

ГЕОГРАФИЯ:
РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
GEOGRAPHY: DEVELOPMENT OF
SCIENCE AND EDUCATION

I



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

HERZEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF RUSSIA
FACULTY OF GEOGRAPHY
LIMNOLOGY INSTITUTE OF RAS
RUSSIAN GEOGRAPHIC SOCIETY

**География:
развитие науки и образования
Geography: Development of
Science and Education**

I

Сборник статей
по материалам ежегодной международной научно-практической
конференции LXXIV Герценовские чтения 21-23 апреля 2021 года

Collection of articles
on the materials of Scientific-Practical Conference
LXXIV Herzen readings 21-23 April 2021

Санкт-Петербург
2021

Рецензенты:

Д.В. Севастьянов, Ал.А. Григорьев

Ответственные редакторы:

С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина

Редакционная коллегия:

*Д.А. Гдалин, Ю.Н. Гладкий, С.В. Ильинский, В.Ф. Куликов, С.И. Махов, Л.Г. Мачавариани,
В.Г. Мосин, Е.М. Нестеров, Л.А. Пестрякова, В.Д. Сухоруков*

Техническое редактирование:

*А.С. Баранов, М.А. Бахир, В.В. Брылкин, И.М. Греков, П.И. Егоров, Ю.А. Кублицкий,
Р.В. Паранин, А.Н. Паранина*

Г35 География: развитие науки и образования. Том I. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21-23 апреля 2021 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 436 с.

Г35 Geography: development of science and education. Part I. Collection of articles on materials of the scientific and practical conference LXXIV Gertsenovskiy readings, St. Petersburg, RSPU of A.I. Herzen, on April 21-23, 2021 / by ed. S.I. Bogdanov, D.A. Subetto, A.N. Paranina. – St. Petersburg: Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2021. – 436 p.

Сборник статей «География: развитие науки и образования» отражает результаты работы научно-практической конференции 74 Герценовские чтения 21-23 апреля 2021 года.

Материалы сгруппированы в два тома. Том I включает главы: 1. Учитель географии и развитие общества, 2. Физическая география: направления, методы и междисциплинарные исследования, 3. Полярные исследования и пути освоения Арктики и Антарктики, 4. Современные проблемы теоретической и прикладной лимнологии и гидрологии, 5. Изучение меромиктических озер России, 6. Эволюционная география, ритмика процессов и явлений, 7. Историческая география. Том II включает главы: 1. Геоэкология, природопользование и охрана окружающей среды, 2. Социально-экономические системы и географические аспекты глобализации, 3. Развитие географического образования, 4. Регионоведение, краеведение, туризм, природное и культурное наследие.

Материалы публикуются в авторской редакции

Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена

ISBN 978-5-8064-3043-5 (общий)

ISBN 978-5-8064-3044-2 (1 том)

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена,

© Авторы статей, 2021

© О.В. Гирдова, обложка, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

<i>Сухоруков В.Д.</i> Воспитательные возможности современной географии	8
<i>Вампилова Л.Б.</i> Теоретико-методологические основы исторической геоэкологии.....	13
<i>Голубчиков Ю.Н.</i> О методологическом потенциале телеологического догмата	19
<i>Григорьев Ал.А.</i> Критический подход географов герценовского университета к одному из мифов географии.....	24
<i>Митрофанова Т.Л., Гришаева Ю.М., Ткачева З.Н.</i> О подходах к организации воспитательной деятельности в географическом и экологическом образовании школьников.....	28
<i>Ретеюм А.Ю.</i> Синхронность и асинхронность процессов биосферы в северных широтах.....	34
<i>Розанов Л.Л.</i> Геоэкологический аспект новой редакции Конституции Российской Федерации..	43
<i>Семенов Ю.М., Снытко В.А.</i> О методологии ландшафтоведения.....	48
<i>Субетто А.И.</i> Ответственность науки и религии в «пространстве» ноосферной стратегии выживания человечества в XXI веке.....	54
<i>Хлебосолова О.А., Гусейнов А.Н.</i> Трансформация контента учебных географических дисциплин при переходе университетов на дистанционный формат обучения.....	64

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

<i>Анохин В.М., Дудакова Д.С., Аксенов А.О., Дудаков М.О.</i> Распространение поверхностных донных отложений в северной части Ладожского озера.....	68
<i>Анохин В.М., Егоров А.Ю., Аксенов А.О., Дудакова Д.С.</i> Некоторые проблемы геоморфологического картирования дна Ладожского озера.....	73
<i>Васильев М.П.</i> Влияние современного и прогнозируемого изменения климата на состояние наземных экосистем северо-западного региона России.....	79
<i>Васильев М.С.</i> Состояние прозрачности атмосферы в центральной Якутии по данным солнечного фотометра в весенне-осенний период 2018 г.....	84
<i>Горецкая А.Г., Топорина В.А.</i> Городские садово-парковые комплексы как элемент общественного пространства.....	88
<i>Горлышева С.А., Тюрин С.В.</i> Аэрофотосъемка с беспилотных воздушных судов в целях мониторинга и анализа развития территорий городских округов.....	91
<i>Губин В.Н., Архипенко Т.В.</i> Космические методы изучения активных геодинамических зон при инженерно-экологических изысканиях.....	95

<i>Иванова В.В., Тюрин С.В.</i> Выявление и анализ длиннопериодических движений постоянно действующих базовых станций ГНСС.....	100
<i>Иванова Ю.Р., Скок Н.В.</i> Исследование ландшафтов особо охраняемых природных территорий фенологическими методами.....	104
<i>Каган М.Б., Позднякова Н.А.</i> Использование тепловых каналов landsat 8 для измерения температуры городов на примере Санкт-Петербурга.....	108
<i>Кондратов Н.А.</i> Стратегические направления развития гидрометеорологии и смежных наук в России.....	112
<i>Куликов В.Ф., Шелухина О.А.</i> Влияние климатических процессов на развитие криолитозоны п-ва Ямал.....	117
<i>Магрицкий Д.В.</i> Проблемы обеспечения гидрологической информацией научно-прикладной деятельности и предложения по их решению на примере северо-востока АТР..	123
<i>Макунина Г.С.</i> К проблеме геохимического изучения криогенных процессов в мерзлотных ландшафтах.....	128
<i>Масликова О.Я., Грицук И.И., Ионов Д.Н.</i> Исследование особенностей русловой эрозии на меандрирующих реках криолитозоны.....	133
<i>Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р.</i> Влияние субмаринной разгрузки подземных вод на формирование морских экосистем.....	138
<i>Павловский А.А., Шамиурин В.И.</i> О климатическом обосновании планирования приморских территорий Санкт-Петербурга.....	143
<i>Потахин М.С. Толстиков А.В., Богданова М.С., Георгиев А.П., Георгиевский И.Ю., Потахин С.Б.</i> Изучение водопадов европейского севера России экспедицией отделения русского географического общества в Республике Карелия.....	148
<i>Пятов И.М., Анохин В.М.</i> Использование методов кластерного анализа для изучения закономерностей распространения тяжелой фракции отложений береговой зоны Ладожского озера	153
<i>Репкина Т.Ю., Романенко Ф.А., Луговой Н.Н., Гуринов А.Л.</i> Антропогенная трансформация эолового морфолитогенеза на берегах Белого моря	158
<i>Репкина Т.Ю., Яковлева А.П., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Беличенко А.Е.</i> Морфодинамика берегов Онежского залива Белого моря в голоцене (окрестности с. Пурнема).....	163
<i>Санникова А.Б.</i> Эколого-геохимические изменения ландшафтов юга Краснодарского края.....	168
<i>Сафина Г.Р., Федорова В.А.</i> Городские неудобья: территориальный резерв, классификация, подходы использования.....	173
<i>Сидорчук А.Ю.</i> Овражная эрозия в бассейнах рек Се-яха и Надуй-яха на полуострове Ямал.....	178
<i>Толстиков А.В., Галахина Н.Е., Белевич Т.А., Здоровеннов Р.Э., Георгиев А.П.</i> Комплексные исследования устьевых областей рек Кемь и Нижний Выг в июле 2020 года.....	182
<i>Трофимова Е.В., Трофимов Ф.Ф.</i> Оледенение пещер Амуро-Сахалинской страны.....	187

<i>Чечко В.А.</i>	Изучение и перспективы использования сапропелей Калининградского залива Балтийского моря.....	191
<i>Шевченко В.П., Белоруков С.К., Булохов А.В. Коробов В.Б., Лохов А.С., Стародымова Д.П., Чульцова А.Л., Яковлев А.Е.</i>	Геохимические особенности снежного покрова водосборов Онежского, Двинского и Мезенского заливов Белого моря в феврале–марте 2020 г.....	196
<i>Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Дзадзамия М.Ш.</i>	Три фактора, характеризующие деградацию ледников Грузии.....	201

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

<i>Ким Чжон Хун., Хан Чен Ман</i>	Определение Арктического пространства на основе гуманитарной географии: определение Арктического региона из гуманитарных наук.....	212
<i>Алексейкова А.С., Андреева Т.А.</i>	Создание макета геоморфологического атласа Арктики.....	217
<i>Ким Чжа-Ён</i>	Изменение климата в Арктике и Корее.....	222
<i>Петрова А.А., Дудоркин Е.С., Демидионов М.Ю.</i>	Исследование влияния климатических изменений в Арктике на экосистему Баренцева моря с применением методов дистанционного зондирования земли..	225
<i>Ра Ми-Кен</i>	Корейско-Российское сотрудничество.....	231
<i>Новигатский А.Н., Ключиткин А.А.</i>	Сравнительная характеристика подледных потоков осадочного вещества Арктики и Антарктики в зимнем сезоне.....	235
<i>Преминина Я.К.</i>	Социально-демографическая обстановка Российской Арктики.....	239
<i>Сериков М.В.</i>	Изменения содержания и переноса атмосферного тепла и влаги над акваторией Северной Атлантики.....	244

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

<i>Давыденко Е.В., Серебрякова Е.Д.</i>	Уровенный режим озер Чебаркуль и Увильды (Челябинская область).....	249
<i>Дудакова Д.С., Петухова М.Д.</i>	Мезомасштабные пространственно-временные изменения бентоса в песчаной литорали южного района Ладожского озера (на примере бухты Петрокрепость)...	253
<i>Исаев Д.И.</i>	Русловой процесс рек Ямала	258
<i>Кирвель П.И., Зелиньски А., Хоиньски А.</i>	Особенности малых озёр Келецкого региона (юго –восточная часть центральной Польши).....	262
<i>Мироненко А.А., Рец Е.П., Фролова Н.Л.</i>	Максимальные уровни воды как индикаторы опасности речных наводнений (на примере северного Кавказа России).....	266
<i>Овдина Е.А., Белкина Н.А., Страховенко В.Д.</i>	Минералогия взвешенного вещества онежского озера.....	271
<i>Рец Е.П., Киреева М.Б., Самсонов Т.Е., Гробаренко А.В.</i>	Исследование чувствительности автоматического алгоритма расчленения гидрографа стока GrWat.....	276

<i>Саноцкая Н.А., Азарян В.С.</i> Изменения водного и ледового режима р. Пур в створе г. Уренгой	281
<i>Трофимец Л.Н., Александрова А.П., Тяпкина А.П., Чаадаева Н.Н., Санкова Е.А., Тарасов А.В., Красников М.В., Баркалов А.О.</i> Изучение доставки наносов на поймы рек-притоков верхней Оки в изменяющихся условиях увлажнения.....	285

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР РОССИИ

<i>Вахрамеева Е.А., Лосяк Г.Н.</i> Распределение органического вещества в донных отложениях меромиктического озера Трехцветное (Кандалакшский залив Белого моря).....	290
<i>Гулин М.Б., Иванова Е.А.</i> Реакции макрозообентоса на воздействие сероводорода и гипоксии в экспериментальных условиях с использованием инкубационных камер.....	294
<i>Демиденко Н.А., Луговой Н.Н., Зарецкая Н.Е.</i> Исследования западного побережья Кулойского плато и меромиктического озера Солёное.....	298
<i>Жильцова А.А., Рымарь В.В., Емельянцева П.С., Филиппова О.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Пацаева С.В.</i> Методы количественного определения хлоросомных бактериохлорофиллов в экстрактах.....	303
<i>Иванова Д.А., Радченко И.Г., Краснова Е.Д., Воронов Д.А.</i> Сезонная динамика биомассы доминирующих видов фитопланктона Кисло-Сладкого озера.....	308
<i>Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Пацаева С.В., Кокрятская Н.М., Жадан А.Э., Цетлин А.Б.</i> Внезапный замор бентоса из-за появления сульфидной зоны в губе Лобаниха в августе 2020 г. (Белое море, Кандалакшский залив).....	313
<i>Лосяк Г.Н., Кокрятская Н.М., Краснова Е.Д., Воронов Д.А.</i> Соединения восстановленной серы в воде озера Могильное (о. Кильдин, Баренцево море).....	318
<i>Маторин Д.Н., Тодоренко Д.А., Яковлева О.В., Братковская Л.Б., Горячев С.Н., Краснова Е.Д.</i> Использование люминесценции хлорофилла для регистрации состояния фитопланктона в водоемах Белого моря.....	322
<i>Шилова О.С., Краснова Е.Д., Репкина Т.Ю., Воронов Д.А., Луговой Н.Н.</i> Первые данные о составе диатомей в материале седиментационных ловушек меромиктического озера Кисло-сладкое, Карельский берег Белого моря.....	326

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ: РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

<i>Борисова О.К., Константинов Е.А., Панин А.В., Полякова Е.И., Успенская О.Н.</i> Короткопериодные климатические колебания второй половины голоцена по данным комплексных исследований осадков оз. Тере-холь.....	332
<i>Дорохов Д.В., Луговой Н.Н., Дорохова Е.В., Буданов Л.М., Дудков И.Ю.</i> Морфология затопленных уступов и изменение уровня моря в позднем плейстоцене и голоцене в юго-восточной Балтике.....	338
<i>Дружинина О.А.</i> Новые данные о палеоклимате позднего плейстоцена – раннего голоцена юго-восточной Прибалтики.....	343
<i>Зарецкая Н.Е., Луговой Н.Н., Лудикова А.В.</i> Разрезы северного берега Самбийского полуострова – седиментационные архивы истории Юго-Восточной Балтики в позднеледниковье и голоцене.....	346

<i>Напреенко М.Г., Напреенко-Дорохова Т.В.</i>	
Отражение глобальных климатических событий голоцена на развитии природной обстановки в районе Нижненеманской дельтовой низменности (Калининградская область).....	350
<i>Напреенко-Дорохова Т.В., Напреенко М.Г., Соснина И.А., Дружинина О.А., Сапожников Ф.В.</i>	
Предварительные результаты исследований голоценовых отложений Куршского залива.....	353
<i>Паранин Р.В., Григорьев Ал.А.</i>	
Возможности ГИС-реконструкции гидрологических условий Приневской низменности в голоцене	357
<i>Репкина Т.Ю., Гуринов А.Л., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Вахрамеева Е.А., Лосюк Г.Н., Луговой Н.Н.</i>	
Предварительные результаты палеолимнологических и георадиолокационных исследований озера Средняя треть (восточный берег Горла Белого моря).....	361
<i>Страховенко В.Д., Белкина Н.А., Потахин М.С., Субетто Д.А., Овдина Е.А.</i>	
Минералогия и геохимия «розового горизонта» ленточных глин приледникового Онежского озера.....	367
<i>Судакова Н.Г., Антонов С.И.</i>	
Развитие палеогеографического направления в геоэкологии в связи с комплексным районированием ледниковой области Русской равнины.....	372
<i>Фоменко А.П., Савельева Л.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Григорьев В.А., Кузнецов В.Ю.</i>	
Растительность микулинского межледниковья по данным спорово-пыльцевого анализа отложений разреза на р. Большая Дубёнка.....	377
<i>Шаталова А.Е., Субетто Д.А.</i>	
Распространение рода <i>Mastogloia</i> в донных осадках Балтийского моря как маркер литориновой трансгрессии.....	382
<i>Шварев С.В., Субетто Д.А., Никонов А.А., Зарецкая Н.Е.</i>	
Деформации рельефа и отложений Карельского перешейка под воздействием активной геодинамики в позднем плейстоцене и голоцене.....	386
<i>Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Лобанова Н.В., Толстобров Д.С., Вашков А.А.</i>	
История развития озера Тростяное (район пос. Кереть, Карельский берег Белого моря).....	391
ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ	
<i>Вампилова Л.Б.</i>	
Ретроспективный анализ изменения растительного покрова в окрестностях Беломоро-Балтийского канала.....	396
<i>Гусаков Т.Ю.</i>	
Ростовский огородный район в работах российских исследователей XX века...	402
<i>Силин В.И.</i>	
История заселения бассейна реки Ижма.....	406
<i>Харитонов А.М.</i>	
К проблеме происхождения карты Пири Рейса.....	410
<i>Чемезов В.Е.</i>	
Сравнительный анализ песчаных и степных ландшафтов, описанных в «Книге о разнообразии Мира» Марко Поло, и Центрально-Якутской равнины.....	415
<i>Шульгина О.В.</i>	
Историко-географическое исследование трансформации демографических процессов на постсоветском пространстве бывшего СССР.....	423
CONTENT.....	429

УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

TEACHER OF GEOGRAPHY AND CIVILIZATION DEVELOPMENT

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОГРАФИИ

В.Д. Сухоруков

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, suhor@herzen.spb.ru

EDUCATIONAL OPPORTUNITIES OF MODERN GEOGRAPHY

V.D. Sukhorukov

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. Проблемы гуманитарного характера, охватившие современный мир, повышают интерес к вопросам воспитания личности. Эти вопросы в полной мере затрагивают нынешнюю Россию и требуют незамедлительного ответа на поступающие вызовы. В таких условиях возрастает роль школы в воспитании ответственных граждан на основе традиционных духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей. Автор раскрывает возможности школьной географии в этом направлении.

Ключевые слова: воспитание, географическая уникальность России, российская цивилизационная идентичность.

Введение

Современное общее образование в России характеризуется глубокой погруженностью в познание окружающей действительности и ее материальной природы. Понимание всего зримого и умопостижение внешней среды остается одной из главных задач обучения. Одновременно школа отвечает за формирование представлений об идеальных ценностях, которые вместе с эмпирическими знаниями и опытом составляют единый жизненный мир человека.

В содержании отечественного образования крепко сохраняется неразрывное единство обучения и воспитания. Указанный альянс породил особую педагогическую культуру, сочетающую объективные категории с нравственными постулатами и откровениями о высоком назначении человека. Эффективность школы в итоге концентрируется в личностных результатах учащихся, отражающих уровень их обученности и воспитанности, от чего зависит подвижность человеческой экзистенции (т.е. подлинность и характер успешности).

Постановка задачи

Среди предметов, которые отвечают за качество знаний школьников об окружающей действительности и надлежащее воспитание, география считается одним из ключевых. Это связано с тем, что география является идиографической наукой, в совершенстве владеющей ферштейн-методом и широким спектром эмоционально-ценностных установок [9, с. 68-69]. Отсюда вытекает универсальная ценность географических знаний и их функциональных свойств,

связанных с воплощением неповторимых, феноменальных особенностей жизненного мира.

Для России географические знания и компетентности особенно важны, ибо *Россия – это и есть сама география* [1 с. 617, 629; 2, с. 19]. Следовательно, понимать Россию, быть ее патриотом и охранителем – значит непременно изучать её географию и обращать полученные знания в событийные и морально-нравственные веления. Тем самым география обеспечивает качество российской идентичности, ослабление или утрата которой делает общество беззащитным и склонным к деструктивным тенденциям и саморазрушению. В этой связи имеющемуся содержанию учебной географии необходимо придавать особые смысловые и дидактические формы трансляции российской идентичности для ее дальнейшей манифестации в социальной практике.

Результаты и обсуждение

Географическая уникальность России

Своеобразие России понимается и обретает смысл только в общем контексте отечественного существования. Картина нашего наличного бытия соединяет в пространстве и времени всю русскую географию, историю, антропологию, язык, культуру, науку, образование, религию и многое другое, из чего формируется *цивилизация* как субстанция и процесс [3, с. 26-29].

В структуре Русской цивилизации особую роль играет «фактор пространства». Пространство является «продолжением» России и «внутренней частью жизни» её народа [4, с. 49]. Россия родилась с обширной территорией и таковой продолжает быть. В итоге пространство страны обрело силу существования и превратилось в «радость необъятного величия земли отечественной» [5]. Эти обстоятельства имеют активное проявление в физической, эмоционально-нравственной и социально-политической жизни русского общества. Однако безграничность российского пространства, лежащего «врастяжку» на несколько часовых поясов, способно также поработать человека, давить на него своей шириной и глубиной, создавать относительную культурную консервацию, затмевать историю и усложнять развитие [7, с. 30]. По этой причине проблема преодоления пространства была и остается для России одной из трудных цивилизационных задач.

Пространство России, в котором сосредоточена русскую жизнь, обладает внутренней логикой организации и самодвижения. В общем смысле пространство России – это зона взаимного проникновения уникальной природной оболочки и самобытной антропосферы. В указанной слитности природы и общества доминирует «антропный принцип», утверждающий особую роль человека в окружающей действительности. Отсюда возникает потребность постоянно *учить* людей пониманию географии окружающего мира, *воспитывать* личностные качества, *развивать* сознание и интеллект, совершенствовать человека, приближая его к идеалу. При этом главным назначением человека остается его *призванность* к жизни через *познания* и *убеждения*, переходящие в *заслуги* Отечеству и *достоинство*, измеряемое силой патриотизма и готовностью отстаивать интересы страны.

Реализация этих обязанностей требует кропотливой и непрерывной работы, которая возлагается на систему образования и ее партнеров. Таким образом, всего нужнее России были и будут хорошие учителя географии, истории, русского языка, литературы и других школьных дисциплин, от которых происходит действительная польза образования во благо повседневной практики и национальной безопасности России.

География и воспитание

Высокая ответственность географии в воспитательном процессе объясняется особенным характером ее предметной сферы. В целом обучающие и воспитательные возможности географии заключаются в том, что это наука не столько о внешнем облике, сколько об умной сущности Земли. Человек стал самой активной живой силой, организующей земную оболочку. Поэтому значение и существование человеческого мира может восприниматься только в опыте *ценностного* выбора, представленного суждениями, духовными нормами, этическими идеалами и моральными категориями, формирующимися в процессе воспитания.

Здесь школьная география считается незаменимой дисциплиной. Вместе с другими общеобразовательными курсами география активно участвует в становлении феноменов *гражданственности* и *патриотизма*. Эти характеристики личности неразрывно связаны с темой «Родина», которая ассоциируется первоначально с пространством личной индивидуальности, но затем – коллективной (национальной) «интерсубъективности». Родина как пространство предстает в сознании человека в виде совокупности ценностей, лежащих одновременно в материальной очевидности и в актах субъективного эмоционального переживания. При этом внутреннее измерение Родины распространяется как на отечество в целом, так и на его части, включая конкретные места пребывания человека.

Итак, география, густо пропитанная междисциплинарными знаниями, несет ответственность за синтез мировоззрения гигантской нации, создавшей целый «Континент Россия». Память об этом, проходящая через поколения, питает «русский патриотизм», который нередко именуется загадочным. Отмеченная специфика, наделенная громадной психической эффективностью, влечет обязанность и стремление такого народа отстаивать и защищать отечество, обеспечивать национальные интересы как объективно значимые потребности личности, общества и власти.

Таким образом, масштабный педагогический потенциал школьной географии делает её *глубинным учебным предметом (deep academic subject)*. При этом глубина школьной географии определяется мерой ее влияния на сознание и мировоззрение учащихся и той ролью, которую она играет в укреплении национальной безопасности России.

География и цивилизационная идентичность

Школьные географические знания – не достоверность «незыблемой истины», с которой выпускник будет чувствовать себя уверенным, но процесс самоутверждения человеческого разума через усвоение географической культуры.

Главным смыслом и целеполаганием общего географического образования должен выступать идеальный и практический разум, идентифицирующий национальные интересы страны и стимулирующий креативное отношение к своему отечеству и миру. Поэтому решающим условием развития школьной географии необходимо рассматривать действия по формированию российской цивилизационной идентичности.

Проблема цивилизационной идентичности связана, прежде всего, с глубинной природой человека, способного чувствовать, думать и действовать. Идентичность как чувство тождественности дает ощущение собственной целостности в отношении к окружающему миру, наполненному всевозможными конкуренциями. Они включают не только экономические и политические, но также исторические, культурные, мировоззренческие, поведенческие, экологические и другие направления, требующие серьезного понимания и реализации. Россия в настоящее время оказалась в эпицентре глобального кризиса идентичности, поскольку в ней максимально проявляются противоречия между традиционными национальными предпочтениями и либеральными концептами инокультурного происхождения.

Цивилизационная идентичность – это особый мировоззренческий комплекс, формируемый с помощью постоянных мыследеятельностных и духовных усилий. Сущностным содержанием идентичности выступает эмоционально-ценностное осознание человеком своей полной культурно-цивилизационной *сопричастности*. На практике такая идентичность означает включенность граждан России в культурно-исторические и духовные традиции народов страны, и прежде всего русского народа, в историю и культуру российской государственности, а также готовность и способность служения интересам общества.

Педагогическим средством формирования цивилизационной идентичности может стать специальная «дорожная карта» как план мероприятий по продвижению к целевому состоянию. Основанием для разработки и построения такого плана является существующая государственная стратегия воспитания в Российской Федерации, основанная на приоритете гражданственности и патриотизма в структуре ценностей российского общества. В настоящее время эта стратегия нашла выражение в принятых летом 2020 г. поправках в закон «Об образовании в РФ» по вопросам воспитания обучающихся и утвержденной примерной программе воспитания, предназначенной для общеобразовательной школы [6, 8]. В соответствии с этими документами рабочие программы воспитания и календарные планы воспитательной работы должны включать мероприятия, направленные на формирование у юных граждан России, прежде всего, чувства патриотизма и гражданственности в самых положительных проявлениях.

Зоной ответственности географии в рабочих программах и календарных планах помимо учебно-предметных видов и форм воспитания следует считать также внеурочную туристско-краеведческую деятельность и связанные с ней мероприятия (экскурсии, экспедиции, походы и др.). Туризм и краеведение – это очень сильное и эффективное средство гражданского и патриотического

воспитания, предоставляющее участникам ощущения реальной цивилизационной идентичности.

Заключение

Современное российское общество нуждается в знающих, патриотичных и активных людях, так как незнание, неумение и отсутствие гражданского самосознания могут воздействовать на жизненный мир гораздо масштабнее, чем все успешные деяния.

В системе отечественного обучения и воспитания важное место занимает географическое образование, которое способно генерировать культуру, традиции, знания, опыт, но также обеспечивать реализацию общественных интересов и достижение национальной безопасности России.

Литература

- [1] *Гладкий Ю.Н.* Гуманитарная география. - СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2010. - 664 с.
- [2] *Гладкий Ю.Н.* Россия в лабиринтах географической судьбы. - СПб.: Издательство Р. Асланова «Юридический центр Пресс», 2006. - 846 с.
- [3] *Дугин А.Г.* Ноомахия: войны ума. Геософия: горизонты и цивилизации. - М.: Академический проект, 2017. - 476 с.
- [4] *Дугин А.Г.* Этносоциология. - М.: Академический проект, 2014. - 844 с.
- [5] *Митрополит Иоанн (Снычев).* Быть русским // klin-demianovo.ru: официальный сайт церкви Успения Богородицы - г. Клин усадьба Демьяново. [2010]. URL: <http://klin-demianovo.ru/analitika/50281/> (Дата обращения: 28.02.2021)
- [6] О примерной программе воспитания. - URL: <http://form.instrao.ru/PPV.php> (Дата обращения: 28.02.2021)
- [7] *Трейвиш А.И.* Мобильность и развитие общества в пульсирующем пространстве / География мирового развития. Выпуск 3. Сборник научных трудов. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. - 486 с.
- [8] Федеральный закон от 31.07.2020 N 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся". - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358792/ (Дата обращения: 28.02.2021)
- [9] *Харвей Д.* Научное объяснение в географии. - М.: «Прогресс», 1974. - 502 с.

S u m m a r y. Humanitarian problems that have gripped the modern world increase interest in the issues of personality education. These questions fully affect today's Russia and require an immediate response to incoming challenges. In such conditions, the role of schools in the upbringing of responsible citizens grows on the basis of traditional spiritual, moral and cultural and historical values. The author reveals the possibilities of school geography in this direction.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ

Л.Б. Вампилова

Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF HISTORICAL GEOECOLOGY

L.B. Vampilova

Pushkin Leningrad State University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. В статье рассматривается положение исторической геоэкологии (ИГ) внутри геоэкологической науки, связи с другими экологически направленными дисциплинами и полнота связей с исторической географией. Исследователи - геоэкологи, активно используют информационную базу исторической географии, что позволяет объективно оценивать пространственно-временные масштабы антропогенной нагрузки в ландшафтах региона. Историческая геоэкология имеет междисциплинарный характер, находится на стыке геоэкологии, исторической географии, ландшафтной экологии, экологической истории, что обеспечивает интегральность проводимых исследований. Обосновано направление исторической геоэкологии, определены объект и предмет исследования, аргументированы актуальность постановки проблемы, обозначены цели, задачи и практическая значимость.

Ключевые слова: историческая геоэкология, историко-геоэкологическая периодизация, событийный подход, длительность и давность освоения, ландшафтно-геоэкологическая ситуация.

Введение

Классификация науки осуществляется исходя из предмета исследования. Геоэкология относится к естественным наукам, а положение исторической геоэкологии вдвойне междисциплинарное: с одной стороны, интегральное положение связанное с междисциплинарностью геоэкологического направления, а, с другой стороны, историко-геоэкологическая направленность предусматривает акцент на времени при изучении проблемы взаимодействия общества и природы, на стыке целого комплекса наук гуманитарного профиля [1]. Основные методологические позиции *исторической геоэкологии*, как составной части *геоэкологии*, формируются на основе взаимосвязей между исторической географией и геоэкологией.

Геоэкология – междисциплинарное научное направление, занимающееся исследованием строения, состава, свойств, физических и геохимических процессов в географической оболочке Земли, служащей средой обитания всего живого: человека, животных, растительного мира. Это направление получило развитие в 30 - х гг. XX века в Германии, автор термина – немецкий географ К. Тролль [12], представлявший геоэкологию (ландшафтную экологию), как «изучающую ландшафтный бюджет региона с вычислением балансов вещества и энергии» [6, с. 153]. Актуальны исследования в рамках изучения обмена веществом, энергией, информацией между биоценозами и природными компонентами внутри ландшафта.

Одной из задач науки является изучение ресурсного потенциала и изменение его под влиянием природных и антропогенных факторов, рацио-

нальное использование природных ресурсов, с целью сохранения продуктивной природной среды для будущих поколений людей. Доказательством междисциплинарности и интегральности направления служит включение в число решаемых задач науки – геоэкологической оценки территории (или региона), современных методов и методик геоэкологического картографирования, моделирования, геоинформационных систем и технологий, создание баз данных, включающих результаты преобразования ландшафтов под влиянием различных видов природопользования.

Объекты и методы, обсуждение результатов

Перечень проблем, рассматриваемых геоэкологическим направлением науки, включает: исследование природной среды и её изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека; оценку состояния и управление современными ландшафтами; разработку научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, рекультивацию земель, ресурсосбережение и утилизацию отходов; экологические кризисы в истории Земли (исторические реконструкции и прогноз современных изменений природы и климата); междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработку научных основ регулирования качеством состояния окружающей среды. В нашей стране начальный этап развития геоэкологии относится к 70-м гг. XX века, отличается непродолжительностью и быстрыми темпами развития. По мере накопления геоэкологического знания наука развивается эволюционным путем: это популярное и актуальное сегодня направление, где число исследователей постоянно увеличивается. Принимая во внимание заинтересованность большого числа ученых в развитии этого направления (А.В. Антипова, П.В. Голеусов, Г.Н. Голубев, С.П. Горшков, Л.Н. Гумилев, В.В. Дмитриев, Ю.Д. Дмитриевский, А.Г. Емельянов, В.С. Жекулин, А.И. Жиров, А.Г. Исаченко, Б.И. Кочуров, С.А. Куролап, С.Б. Лавров, Ф.Н. Лисецкий, Л.И. Мухина, Е.М. Нестеров, В.И. Осипов, К.М. Петров, В.Б. Поздеев, В.С. Преображенский, Н.Ф. Реймерс, Л.Л. Розанов, С.П. Романчук, В.В. Рюмин, Ю.П. Селиверстов, А.М. Трофимов, Г.Т. Фруммин, Ю.Г. Чендев, А.А. Чибилев, А.И. Чистобаев, Н.А. Ясаманов и другие) и результаты обобщения изысканий, представленных авторов, надлежит констатировать, что в целом геоэкологическая наука сегодня может быть показана 23 направлениями, что доказывает: геоэкология развивается быстрыми темпами. В недавно вышедшей монографии А.И. Жирова [6] было обозначено семь основных направлений в геоэкологии. Это обстоятельство подтверждает, что настало время подготовки классификации научных направлений внутри науки геоэкологии, это насущная проблема современного состояния.

На стадии появления геоэкологии В.С. Жекулин рассматривал проблему взаимодействия исторической географии и геоэкологии, одним из первых, упоминая на предмет их единства, поскольку развитие этих направлений происходит «в двух сферах научных связей – природной и общественной» [5, с. 9]. Обе

науки занимают определенное положение в междисциплинарных отраслях знаний. Он отмечал, что временные срезы внутри одной историко-географической системы (ИГС) характеризуют эколого-ресурсные особенности, претерпевшие изменения (различную степень модификации) за время хозяйственного освоения. Более того, В.С. Жекулин подчеркивал, что метод исторической географии – диахронический подход необходим для выявления и оценки характера, масштаба геоэкологических проблем и для каждого исторического периода можно определить экологическую обстановку или геоэкологическую ситуацию, а также конкретизировал, что историческая география «в свете современного понимания задач этой науки имеет прямые и косвенные связи с геоэкологической проблематикой» [5, с. 14].

Историческая геоэкология как самостоятельное научное направление впервые обосновывалось трудами Л.Н. Гумилева [2], Ю.Д. Дмитриевского [4], В.А. Зубакова [7, 8], С.П. Романчука [11], а в последние два десятилетия А.И. Жирова [6] и Л.Л. Розанова [9, 10]. В настоящее время дискуссионным продолжает оставаться вопрос о степени разработанности этого научного направления.

Л.Н. Гумилев в своих трудах приближался к вопросам исторической геоэкологии, например: «Изменение природы не результат постоянного воздействия на природу, а следствие кратковременных состояний в развитии народов» [2, с. 109]. Это высказывание подтверждает наше предложение о необходимости рассмотрения вопроса о давности и длительности освоения. Более того, по поводу импульсивного этнического природопользования и изменения ландшафта по Л. Н. Гумилеву устанавливаются «периоды переходов к состоянию равновесия между этносами и окружающей геосредой» [2, с. 111].

Ю.Д. Дмитриевский [4] выделял исторические аспекты таких исследований, поскольку название исторической геоэкологии было связано с наличием исторического угла зрения при проведении геоэкологического исследования. По нашему мнению, для развития этого направления крайне важна стыковка исторической географии и геоэкологии, не зависимо от того, что историческая география, а именно ее природное направление (историческая физическая география, историческое ландшафтоведение) рассматривает в ретроспективном обзоре, возникающие за историю природопользования региона геоэкологические проблемы. Для инвентаризации неблагоприятных геоэкологических ситуаций за историческое время нами предложено использовать событийный подход и оценивать его геоэкологические следствия, которые могут быть представлены как ландшафтно-геоэкологические ситуации. Сведения, полученные посредством историко-географических исследований, содержат важную информацию о масштабах и многообразии видов природопользования, т.е. дают объективное представление о размерах антропогенной нагрузки на природу, насколько она (нагрузка) постоянна и продолжительна за историческое время. В зависимости от продолжительности антропогенного прессинга на ландшафт, прерывистости или непрерывности воздействия человека во времени нами обосновываются новые термины, вводятся в историческую геоэкологию поня-

тия – длительность, давность, интенсивность воздействия, которые будут включены в общий перечень терминов для создания аксиоматических основ исторической геоэкологии.

Наряду с вышеперечисленными авторами [2, 4, 6-11] нами продолжена попытка обоснования нового направления – исторической геоэкологии, которое является стыковым, интегральным. Следует рассматривать это направление в русле междисциплинарных исследований, поскольку названная тема разрабатывается среди представителей как естественного, так и гуманитарного направлений науки. Рассмотрение вопроса о роли категорий пространства и времени в этом направлении – и составляет методологическую основу исторической геоэкологии.

Историческая геоэкология – наука о пространственно-временных системах (ПВС), сформировавшихся в результате взаимодействия человека с окружающей средой и процессов прошлого за историческое время. Поскольку для исторической геоэкологии важен акцент на временном факторе, то уместен *событийный подход* к историко-геоэкологической периодизации как инструменту познания процесса освоения ландшафтов, рассматриваемого во временной координате, что позволяет осуществить диахронический анализ изменений в триаде: природная среда, население и хозяйство. В основу выделения хроносрезов (эпоха, период, этап) положены события, рассматриваемые как историко-геоэкологические категории изменения ПВС в координатах пространства-времени на данном историческом этапе развития. Цель исследования – разработка теоретико-методологических основ историко-геоэкологического подхода для ретроспективной геоэкологической оценки пространственно-временных систем региона. Объектом исследования служит новая научная парадигма историко-геоэкологического анализа и синтеза осуществленная на примере природно-антропогенных геосистем региона, являющихся пространственно-временными системами.

Среди задач исторической геоэкологии обосновывается необходимость использования категории времени при анализе структуры и функционирования ландшафтов в процессе воздействия общества на природу и, в частности, при определении скорости формирования природно-антропогенных систем.

Для подтверждения верности выбора категории времени для разработки теоретических основ исторической геоэкологии уместно привести высказывание А.М. Грина: «Без ретроспективного анализа невозможно решить одну из важнейших задач геосистемного мониторинга – определить результатом какой длительности и интенсивности участия человека в функционировании данной геосистемы является ее современное состояние [3, с. 8] Сведения, полученные посредством историко-геоэкологических исследований, содержат важную информацию о масштабах и многообразии видов природопользования, т.е. дают объективное представление о размерах антропогенной нагрузки на природу, насколько она постоянна и продолжительна за историческое время. В зависимости от продолжительности антропогенного прессинга на ландшафт, прерывистости или непрерывности воздействия человека во времени нами обосновы-

ваются новые термины – длительность, давность, интенсивность воздействия, которые должны быть учтены для классификации антропогенно-нарушенных комплексов. Для осуществления ретроспективного анализа изменения ландшафта надо знать начало процесса использования природных ресурсов, когда начался антропогенный прессинг и каковы его показатели. По этому поводу у А.М. Грина есть уточнения: «Не зная «нуля отсчета» невозможно правильно прогнозировать ход дальнейшего развития геосистемы, опасность нарушения ее устойчивости и природозащитные мероприятия» [3, с. 9].

Выводы

Теоретико-методологическая основа исторической геоэкологии должна включать разработку процессуально-событийного подхода для обоснования историко-геоэкологической периодизации, выявления и изучения ландшафтно-экологических ситуаций. Важно доказать значимую роль времени в исследовании историко-географических изменений взаимодействия общества и природы за историческое время. Использование метода ретроспективного анализа – один из возможных путей решения научной проблемы по оценке изменений природной среды, в прошлом, настоящем и будущем, и как следствие определение тенденций естественной динамики ландшафтов и их антропогенного преобразования. Есть несколько аспектов: главный, это сама природа и ее изменение во времени; второй аспект – это характер использования природной среды, включающий экологические последствия хозяйственной деятельности. На каждый временной срез приходится своя система природопользования, которая оказывает воздействие на ландшафт в соответствии с уровнем развития производительных сил. Различия между уровнем модификации природного ландшафта в эпоху неолитической революции, промышленных и технологических революций будут существенно отличаться. На каждый временной срез составляем карту историко-геоэкологического районирования, где современное состояние ландшафтов оценивается с позиции исторической геоэкологии. На этапе теории развития исторической геоэкологии обосновывается создание понятийно-терминологического аппарата, обоснование структуры информационной базы и методической обеспеченности историко-геоэкологических исследований.

Для понимания сути современных экологических проблем, проведения геоэкологической оценки ПВС регионов, разработки действенной политики управления природопользованием необходимо сопряженное изучение состояния природы, населения и хозяйства прошлых эпох. Изучение за историческое время опыта рационального использования природных ресурсов, оценки ресурсного потенциала и изменение его под влиянием природных и антропогенных факторов, с целью сохранения продуктивной природной среды для будущих поколений людей. Обоснование структурированной методологической пространственно-временной основы для разработки алгоритма геоэкологической оценки ландшафтов региона.

Литература

- [1] *Вампилова Л.Б.* Временной аспект в современном исследовании геоэкологического состояния геосистем // *Международный научный вестник (Вестник Объединения православных ученых)*. 2016. № 4 (12). С. 37-41.
- [2] *Гумилев Л.Н.* Об антропогенном факторе ландшафтообразования (ландшафт и этнос). – *Вестник Ленинград. ун – та*, 1967. № 24. С. 102-112.
- [3] *Грин А.М.* Ретроспективный мониторинг – синхронный анализ изменений во времени природной и антропогенной составляющих геосистем // *Человек и окружающая среда в древности и средневековье*. – М.: Наука, 1985. 162 с. (8-13 с.)
- [4] *Дмитревский Ю.Д.* География и экология: состояние и будущее // *География на пороге III тысячелетия*. – СПб., 1995. С. 73-81.
- [5] *Жекулин В.С.* Историческая география и геоэкология: грани сотрудничества // *География и современность*. Вып. 4. – Л.: изд-во ЛГУ, 1988. С. 9-22.
- [6] *Жиров А.И.* Теоретические основы геоэкологии: Монография. – СПб.: Издательство, 2001. 377 с.
- [7] *Зубаков В.А.* Историческая геоэкология: предмет, задачи, первые выводы // *Геоэкология: глобальные проблемы*. – Л., 1990. С. 69-78.
- [8] *Зубаков В.А.* XXI век. Сценарии будущего: анализ последствий глобального экологического кризиса. – СПб., 1995. 86 с.
- [9] *Розанов Л.Л.* Актуальные аспекты прикладной геоэкологии // *Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки»*. № 4 / 2013. С. 46-53.
- [10] *Розанов Л.Л.* Историческая геоэкология // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2016. № 4. С. 96-105.
- [11] *Романчук С.П.* Локализация, структура и динамика антропогенных ландшафтов прошлого (методы исследования) // *Взаимодействие общества и природы в процессе общественной эволюции*. – М., 1981. С. 69-79.
- [12] *Troll C.* Landschaftsökologia (Geoecologie) and Biogeocoenologia // *Revue Roum. Geol. Geoptiys Geogr. Ser. Geobr. Bucuresti*, 1970. V. 14. N.1.

S u m m a r y. The article focuses on the position of historical geoecology (IG) within geoecological science, the relationship with other environmentally oriented disciplines, and the completeness of the relationship with historical geography. Researchers-geoecologists, actively use the information base of historical geography, which allows us to objectively assess the spatial and temporal scale of anthropogenic load in the landscapes of the region. Historical geoecology has an interdisciplinary character, since it is located at the intersection of geoecology, historical geography, landscape ecology, and ecological history, which ensures the integrality of the research carried out. The direction of historical geoecology is justified, the object and subject of research are defined, the relevance of the problem statement is reasoned, the goals, tasks and practical significance are indicated.

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМ ПОТЕНЦИАЛЕ ТЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО ДОГМАТА

Ю.Н. Голубчиков

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, golubchikov@list.ru

ON THE METHODOLOGICAL POTENTIAL OF TELEOLOGICAL DOGMA

Yu.N. Golubchikov

Moscow State University of M.V. Lomonosov

Аннотация. Обсуждаются когнитивные возможности парадигмы целевой детерминации. Телеологический догмат долгое время служил основой науки, но в основу современной науки был положен фундаментальный догмат случайности. Прослеживается методологический потенциал телеологического и антропного принципов в приложении к объектам географического уровня. Обнаруживаемая невероятная сложность мира сближает науку и религию.

Ключевые слова: телеология, случайность, антропный принцип, биосфера, наука и религия.

Введение

До середины XIX в. подавляющее большинство ученых разделяло телеологический догмат (*telos* – по-гречески «цель»). Согласно ему в природе ничего не происходит случайно, жизнь имеет смысл и в мире есть цель, наполняющая собой природные законы и процессы. Догмат выдвигал человека в центр Вселенной. Ради него вращались звезды, светила Луна, восходило и заходило Солнце. Вся космология была телеологичной.

Почти все ученые того времени решающую роль в формировании лика Земли отводили катастрофической силе воды. Были нептунистами. Главным ее проявлением считали описанные в Библии и в преданиях народов всего мира события Всемирного потопы. Усматривалась некая цель гидросферных катастроф. Человеку «чтобы возделывать землю, из которой он взят» (Быт. 3, 23) «потребовалось множество процессов и переворотов, совершавшихся на Земле – мудро поучал Иоганн Гердер. – Не по полу дома своего ступаешь ты, бедный человек, но ходишь по крыше своего дома, и лишь множество потоков придало твоему дому его теперешний вид» [5, с. 39].

«Разыскание конечных целей есть первейшая и самая важная задача исследования природы», – повторял вслед за Аристотелем Л.С. Берг [2, с. 64]. Согласно выдвинутой им в 1922 году теории номогенеза эволюция имеет в своей основе некий закон, «номос». «Номогенез» осуждался за телеологию. Стремясь не допустить избрания Л.С. Берга действительным членом АН СССР, девять биологов, в том числе академики А.Н. Бах и Б.А. Келлер опубликовали в газете «Правда» 12 января 1939 г. статью с вполне современным названием «Лжеученым нет места в Академии наук».

Л.С. Берг продемонстрировал, что наука долгое время шла телеологическим путем становления учения о цели. Пытливый ум и сегодня повсюду видит целесообразность. Мы не знаем и вряд ли сможем узнать почему в атмосфере обособился озоновый слой, но ясно представляем зачем. Затем, чтобы служить защите жизни. В течение всего времени его существования не произошло ни

одной разрушившей его катастрофы, хотя любая хорошая комета могла бы его сжечь. Значит, такого события в истории озонового слоя не происходило.

Введение телеологического принципа в познание позволяет объяснить гигантские объемы фактов. «А это необходимее всего в истории, где ни одно событие не брошено без цели» - заключал великий Гоголь [6, с. 37].

Объекты и методы

Хотя в скрытой форме телеология составляет сущность многих общественных учений и самого системного подхода, она по-прежнему осуждается как возврат к «средневековому мракобесию». В основу современной научной идеологии был поставлен фундаментальный догмат о случайности. Никакой цели у этой случайности нет и быть не может. Все объекты природного происхождения самоорганизовались в процессе перехода от хаоса к порядку благодаря некой неравновесности.

Возникновение мироздания, жизни и человечества стали трактовать как результат действия очень долгих, но абсолютно слепых сил, а в самом мироздании не усматривать ни величия, ни красоты, ни цели. Если из учебника физики (науки о природе) изъять жизнь, то ничего не изменится в этом учебнике. «Увеличивая мир до чрезвычайных размеров, новое научное мировоззрение в то же время низводило человека со всеми его интересами и достижениями – низводило все явления жизни – на положение ничтожной подробности в космосе» [3, с. 247]. Отдельные жизни, особенно героические могут иметь смысл. Если только они за нас, разумеется. Но у жизни в целом никакого смысла нет.

По словам российского философа Виктора Аксютчица: «Тот образ вселенной, которым так гордится наука (“мир – автомат”, “вселенная – заведенные часы”), – это образ ада... Бесконечный круговорот вещества, существование по застывшим неизменным “законам” лишены цели, а значит, и смысла, а бессмысленное прозябанье — это одна из форм небытия» [1, с. 377].

И чем эта обрисованная научная картина мира ближе к истине, чем отвергнутая телеологическая?

Воззрения великих мыслителей прошлого о телеологичности мироздания к середине XX века представлялись уже окончательно преодоленными. Неожиданно они начали вновь оживать с 1970-х гг. Тогда было выявлено, что важнейшие законы физики задаются 9-ю фундаментальными константами типа гравитационной постоянной или заряда электрона. К концу 1980-х гг. указывалось уже на 30 таких констант, затем на 70. Сейчас их насчитывают 200 [7]. Даже небольшое мысленное варьирование одной из констант приводит к потере устойчивости всей Вселенной. Она станет не какой-то иной, подходящей, допустим, для другой материи, а в принципе теряющей физический смысл. Протон тяжелее электрона в 1836 раз. Если это соотношение станет чуть другим, в 28-й единице после запятой, то или электрон упадет на протон и весь мир превратится в пустыню водорода или, напротив, электрон оторвется от протона и все тогда так развалится, что и представить нельзя [12]. И если малейшее изменение числовых значений одной из констант произойдет, то означать оно будет

«конец света», т.е. всей материальной Вселенной со всеми ее бесчисленными галактиками.

Вновь актуальна мысль пифагорейцев, что «числа правят миром» и творят его порядок. Сам греческий корень «косм» означает «порядок», а слово «космос» переводится как мироздание, устроенное в строгом порядке. Отсюда и «косметика». Порядок прямо противоположен хаосу и может в него только обращаться, но никак из хаоса не происходить.

Стало возможным воскликнуть: «Вот человек. Какова должна быть Вселенная?!» Альфред Уоллес отмечал «Человек... мог развиваться здесь на Земле только при наличии всей этой чудовищно обширной материальной Вселенной, которую мы видим вокруг нас» [11, с. 286]. Получается, что для того, чтобы крутилась вокруг своей оси по своей орбите столь маленькая Земля, необходимо существование огромной Вселенной. Все ее звезды важны и нужны для нас. Звездный купол стал неизмеримо ближе и человекоразмернее. Может в чем-то права праматерь астрономии астрология, столь неистово попираемая астрономами.

Обсуждение результатов

Антропный принцип не просто допускает возможность появления жизни, он детерминирует ее появление, возрождает аристотелевский биологизм. Казалось бы, давно преодоленный телеологизм, вновь обретает свою полноту и направленность. Снова проявляется некий план, по которому соткана материя целенаправленной Вселенной.

Биосфера в свете антропного принципа высветилась как единый гигантский точно выверенный глаз. Возникнуть глаз мог только сразу и целиком, раньше всех составляющих его частей. Каждая из частичек глаза по отдельности никакой световой квант не воспринимает. Представить эволюцию глаза можно в виде развития организма из зародыша, но никак не из компонентов самого глаза. Подобное прослеживается и во всей Вселенной. Она тоже, по видимому, программируется сразу и целиком со всеми своими антропными свойствами.

Как же могла просуществовать биосфера столь долго при относительном постоянстве своих главных характеристик? Ведь любое вторжение средней кометы уже могло бы разрушить этот чудесный космический корабль. И зачем для реализации антропного принципа такое количество лет? Быть может, мы неверно оцениваем возрасты?

Принцип актуализма считает бесспорным, что скорости, наблюдаемые сегодня (от накопления геологических пластов до радиоактивных распадов), были таковыми всегда. Но начальная скорость наблюдаемых процессов почти никогда не равна конечной. В естественных условиях, чем дольше длительность какого-либо процесса, тем с меньшей интенсивностью он протекает и наоборот. Например, нагретый чайник уменьшает свою температуру вначале быстро, затем все медленнее и медленнее. Если возьмемся измерять его температуру через час после кипения, то на протяжении 5 минут она может оказаться медленно и постоянно понижающейся. Прорекстраполировав в прошлое полученную

скорость остывания, получим, что началось оно достаточно давно. Также могли замедляться к нашему времени скорости всех процессов, в том числе ядерных, химических, радиоактивных [4].

Историю Земли часто уподобляют 24 часам. За дату зарождения жизни принимают полночь. Тогда планета была безжизненна, пуста и холодна. Между 5 и 6 часами утра образуются первые микроорганизмы, в час дня возникает свободный кислород. Современные люди на этом календаре появляются лишь за полминуты до полуночи [9, с. 62–63]. Вся история человечества заключена в эти полминуты. Экстраполирующая их гипербола уже в ближайшие десятилетия устремляется к бесконечности. В некотором смысле, это «конец истории» [8, с. 303]. Надо ли было для столь грандиозной задачи громоздить такое огромное число лет? Все, вероятно, шло быстрее и целесообразнее, в полном соответствии с антропным принципом. Не с первыми ли лучами зажженного для него Солнца встречает человечество утреннюю зарю своего мироздания?

Бурные негодования вызывали когда-то в определенных кругах слова патриарха Алексия II: «Многополярность мировоззрений ставит сегодня задачу приобщить учащихся к широкому кругу взглядов на принципиальные вопросы. К таковым традиционно относятся проблемы возникновения жизни, происхождение Вселенной, появление человека. И никакого вреда не будет школьнику, если он будет знать библейскую теорию происхождения мира. Осознание человеком, что он является венцом творения Божия, только возвышает его, а если кто хочет считать, что он произошел от обезьяны, пусть так считает, но не навязывает этого другим» [10]. СМИ тут же разразились комментариями: «Церковь пытается диктовать, что и как преподавать», «Мракобесие перешло в наступление на науку и теорию эволюции прежде всего». Вот такая, напоминающая картину середины XX в., толерантность, когда главенствовало единственно верное марксистское учение, а кибернетика с генетикой объявлялись лженауками. Подлинные научные идеи никогда не налагают цензурных запретов на свою критику и не сопровождают ее столь бурным проявлением отрицательных эмоций.

В конечном итоге все, что касается генезиса лежит в области научной фантастики. Сколь бы глубоко ни изучали особь взрослого организма, ничего не сможем сказать о его зачатии. Как глубоко бы не проникали в недра, никак не можем судить по ним о происхождении Земли.

Но в зависимости от ответов на вопросы о началах и целях нашего мира получаем не только различную картину мироздания, но и две диаметрально противоположные его онтологии. Или мы – хаотическая песчинка на краю бездушной эволюционирующей Вселенной, или все мироздание выстроено для нас.

Выводы

Еще полвека назад картина мира могла быть аппроксимирована простейшими законами природы (законы Ньютона, закон Ома). Не было тогда известно ни о тончайшей юстированности Вселенной под человека, ни о невероятной

сложности клетки. Вполне можно было допустить самопроизвольное и случайное формирование таких структур. Мироздание могло быть объяснено эволюцией и актуализмом.

Открывшаяся невероятная антропность мира аппроксимируется скорее компьютером с его программами, настроенными на пользователя. Мир в этом свете уже не может быть истолкован с позиции редуционизма, эмпиризма, актуализма, атеизма, позитивизма, механистического материализма. Нужна новая методологическая вооруженность. Переинтерпретация ее в русле телеологических положений может служить новым, точнее «хорошо забытым старым», компасом не только научно-философского поиска, но и практического поиска.

Литература

- [1] *Аксюц В.В.* Гибель богов натурализма. Пределы науки и фиаско научного мировоззрения. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 293 с.
- [2] *Берг Л.С.* Труды по теории эволюции. – М.: Наука, 1977. – 388 с.
- [3] *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии // Труды Биогеохимической лаборатории, Т. XVI. – М.: Наука, 1980. – 320 с.
- [4] *Вейник А.И.* Термодинамика реальных процессов. – Минск: Наука и техника, 1991. — 576 с.
- [5] *Гердер И.Г.* Идеи к философии истории человечества. – М.: Наука, 1977, 704 с.
- [6] *Гоголь Н.В.* Статьи. / Избранные сочинения. Том VI. – М.: Художественная литература, 1986. – 544 с.
- [7] *Ланца Р., Берман Б.* Биоцентризм. Как жизнь создает Вселенную. — СПб.: Питер, 2015. – 224 с.
- [8] *Назаретян А.П.* Нелинейное будущее. Мегаисторические, синергетические и культурно-психологические предпосылки глобального прогнозирования. – М.: Изд-во МБА, 2013. – 437 с.
- [9] *Пузанова Т.А.* Экология. – М.: Экономика, 2010. – 288 с.
- [10] Слово Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия II на открытии XV Рождественских образовательных чтений // XV Международные Рождественские образовательные чтения «Вера и образование: общество, школа, семья в XXI веке», 2007. – М.: Отдел религиозного образования и катехизации РПЦ, 2008.
- [11] *Уоллес А.Р.* Место человека во Вселенной / пер. с англ. Л. Лакиера. – СПб., 1904. – 292 с.
- [12] *Lewis G.F. and Barnes L.A.,* A Fortunate Universe: Life in a Finely Tuned Cosmos. – Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – 373 p.

S u m m a r y. The cognitive capabilities of the purpose paradigm are discussed. For a long time, the teleological dogma served as the basis of science, but the fundamental dogma of randomness was put at the basis of contemporary science. The methodological potential of teleological and anthropic principles is traced as applied to objects of the geographic level. The incredible complexity of the world being discovered brings science and religion closer together.

КРИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ГЕОГРАФОВ ГЕРЦЕНОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА К ОДНОМУ ИЗ МИФОВ ГЕОГРАФИИ

Ал.А. Григорьев

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, neva8137@mail.ru

CRITICAL APPROACH OF GEOGRAPHERS OF THE HERZEN UNIVERSITY TO ONE OF THE MYTHS OF GEOGRAPHY

Al.A. Grigoriev

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. С самого начала возникновения гипотезы покровных оледенений появились сторонники альтернативных взглядов. Среди них были и бывшие географы-преподаватели Российского Педагогического Университета имени А.И. Герцена. Ж.М. Белорусова и Е.В. Максимов. Критический взгляд их обоих на гипотезу покровного оледенения убеждает в ее спорности.

Ключевые слова: покровное оледенение, гипотеза, Россия, альтернативный взгляд.

Вступление

Признано, что одними из существенных явлений в четвертичном периоде были покровные оледенения. Вместе с тем с самого начала возникновения ледниковой гипотезы они стали вызывать вопросы. Авторами дискуссионных взглядов были и географы-герценовцы.

Методы

Основой доклада явился анализ дискуссионных работ географов-герценовцев доцентов Ж.М. Белорусовой [1] и Е.В. Максимова [12].

Основное содержание

В России гипотеза покровного оледенения была быстро «подхвачена» и распространилась среди географов и геологов. Так В. Обручев уже в 1931 г. утверждал, что весь север Азии был подвержен покровному оледенению. Среди географов наибольшую роль в утверждении этой гипотезы сыграли работы И.П. Герасимова и К.К. Маркова. Эти исследования, начатые еще до Великой Отечественной войны, заложили основы будущей (современной) концепции. – Согласно которой огромные пространства Европейской и Азиатской России и многие тысячелетия были скованы льдами.

Разумеется, этот феномен (грандиозные ледниковые шапки толщиной от нескольких сотен метров до якобы 3 км) исключал деятельность всех жизненных процессов. Он также резко сужал историческую эпоху и практически перечеркивал возможности существования доисторической эпохи – памятники которой, вызывающие споры (например, Стоунхендж в Англии), распространены по всей планете [6]. Тем самым у России, вольно или невольно, отнимается, в отличие от многих государств Запада и Востока, ее предыстория. Впрочем, такой подход в географии явно «на руку» Западной элите, практически всегда враждебной России. – У России нет истории (ей разрешается иметь только тысячелетие), нет и предыстории. И поэтому считается с нею, как с равной, нельзя.

Однако постепенно полевые наблюдения географов и геологов показали ошибочность этой гипотезы. Среди географов наиболее значительный вклад в альтернативные представления в прошлом был связан с биогеографом и палеонтологом И.Г. Пидопличко, а среди геологов – с Н.Г. Чочиа. В нашем университете (тогда еще институте) подобным смелым, независимым в научных убеждениях специалистом казалась Жанна Михайловна Белорусова, в то время молодой преподаватель факультета географии Герценовского университета. Выпускница Ленинградского университета, занимаясь преподаванием в Герценовском университете, в 1957 и 1958 гг. она участвовала в экспедиции на Тазовской полуострове на севере Западной Сибири.

К тому времени считалось, что эта земля, расположенная в тундре между Обской и Тазовской губами, подвергалась пяти материковым покровным оледенениям. Ж. Белорусова, географ-геоморфолог по образованию, доказала, что ни одного из них на полуострове не было. Были исследованы как данные бурения, так и выходы «морены» на поверхность. В одних случаях за ледниковые моренные отложения, как оказалось, были ошибочно приняты морские отложения, в других – мореноподобные гляциально-морские. Моренные гряды оказались сложенными третичными породами... Таково же было представление и ее коллег по экспедиции.

В 1960 г. молодая преподавательница опубликовала геологическом журнале статью, в которой отрицались все 5 четвертичных покровных оледенений на территории Тазовского полуострова. Замечу – площадь которого составляет около 20 тыс. кв. км. Это был смелый и независимый взгляд. В те годы книги «главного» антигляциалиста И.Г. Пидопличко были изъяты в библиотеках из свободного доступа. В Высших учебных заведениях (в том числе и в Ленинградском университете, где учился и автор доклада, и еще раньше Ж.М. Белорусова), вообще не упоминалась гипотеза об отсутствии покровных оледенений. Автор доклада, тогда еще студент, случайно купил еще не изъятую из продажи книгу И.Г. Пидопличко и был весьма удивлен отсутствием представлений об антигляциализме на кафедре геоморфологии.

Среди преподавателей факультета географии Герценовского университета, которые также критически относились к гипотезе покровных оледенений, был также выдающийся географ Евгений Владиславович Максимов. Известный специалист в области ритмики природных явлений, он был географом широкого кругозора. И именно это позволило ему преодолеть господствующую гипотезу, переросшую уже в «железобетонную» концепцию, былого покровного оледенения.

По образованию географ-гидролог, Е.В. Максимов участвовал во многих экспедициях по всей нашей стране, уделяя большое внимание и ритмике горных ледников. Ему было известно, что гляциологи полностью отрицали гипотезу покровных оледенений, однако к их мнению геологи и географы-гляциалисты не прислушивались, попросту отвергая. Известны Е.В. Максимова были и представления И.Г. Пидопличко. А этот выдающийся исследователь, биогеограф и палеонтолог своими полевыми исследованиями доказал суще-

ствование на Русской равнине биоты как раз в зонах распространения покровных оледенений. В то же самое время биогеографами были обнаружены остатки биоты в прибрежно-морских районах Белого и Баренцева море, причем в слоях, синхронных со временем распространения мощного ледового покрова (особенно мощного в тех северных районах!). – После этого о каком оледенении можно было еще говорить!

Е.В. Максимов также глубоко интересовался и нашей священной историей и священной географией (так его заинтересовала моя небольшая книга «Святыхни России», после прочтения им которой мы наметили посетить некоторые священные места Вологодской области). Особый интерес у Евгения Владиславовича вызывал загадочный феномен Беловодья. Согласно одним преданиям, его помещали на Алтае, согласно другим – на Русском Севере. Е.В. Максимов, хорошо знакомый с упомянутыми работами гляциологов и биогеографов, на основе палеогидроклиматических данных обосновал возможности существования в период последнего материкового оледенения «загадочной» теплой земли к востоку от Кольского полуострова. Об этом он подробно остановился в своей книге «Ритмы на земле и в космосе», с которой мне удалось познакомиться в качестве рецензента еще в рукописи.

Нужно сказать, что к своей вышеприведенной модели Е.В. Максимов относился как к некоей фантазии. Он понимал, что тогда еще не хватало научных данных. В настоящее время такие данные накоплены, причем разными науками. «Нестыкующиеся» сведения с концепцией покровного оледенения получены исследованиями геоморфологов, геологов, биологов, гляциологов, археологов. Особо отмечу работы геоморфологов И.Л. Кузина, В.Г. Чувардинского [9, 10, 16, 17], биогеографа И.Ф. Удры. К ним относятся и данные об освоении географического пространства в доисторическую эпоху в виде разнообразных мегалитических памятников. Подробные обзоры, посвященные дискуссионным вопросам ледниковой концепции, составлены Ю.Н. Голубчиковым и автором доклада [4, 5, 8].

Наиболее весомыми в отношении критики ледниковой концепции представляются данные гляциологов и биогеографов, полностью отрицающие само существование ледниковых покровов. Впрочем, и сами сторонники концепции начинают именовать ее моделью.

Заключение

Сказанное в докладе показывает, что географы-герценовцы всегда отличались независимостью во мнении, придерживались самых передовых научных позиций. Причем даже в тяжелые для Науки времена, когда иные мнения пресекались и даже преследовались. Таковы звезды географии в Герценовском университете. И их не мало [7]. Впрочем, миф об оледенении пока еще торжествует.

Литература

[1] Белорусова Ж.М. Было ли покровное оледенение на Тазовском полуострове? // Геология и геохимия. Вып.3. 1960 С.95-101.

- [2] *Большакинов Д.Ю.* Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб.: Изд-во ААНИИ, 2006. 296 с.
- [3] *Большакинов Д.Ю.* Скандинавский ледниковый щит – новые данные и предложения // Известия русского географического общества. Вып. 6, 2015. С. 15-24.
- [4] *Голубчиков Ю.Н.* Концепция «потопа» как новая парадигма географической науки // http://www.goldentime.ru/hrs_text_029.htm Интернет 2020
- [5] *Голубчиков Ю.Н.* Альтернатива ледниковой теории // Геоморфология, п 3, 2010. С.109-111.
- [6] *Григорьев Ал.А.* Доисторическая география. СПб. Каф. страноведения и межд. Туризма. 2016. – 296 с.
- [7] *Григорьев Ал.А.* Звезды географии в Герценовском университете. Размышления и воспоминания. СПб. Астерион. 2019.- 208 с.
- [8] *Григорьев Ал.А.* Гипотеза материкового оледенения в свете мультисциплинарных научных данных // География: развитие науки и образования. Том I. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22-25 апреля 2020 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020 С.24-39.
- [9] *Кузин И.Л.* Геоморфологические уровни Северо-Запада Русской равнины // Изв. РГО. 2004. Т.136. Вып. 6. С. 11-20.
- [10] *Кузин И.Л.* Мифы и реалии учения о материковых оледенениях СПб.: Изд.СЗНИИ Наследие. 2013. -178 с.
- [11] *Леви К.Г., Мирошниченко А.И.* Презентация на тему: «Мамонтовая фауна против грандиозного оледенения Арктики в позднем плейстоцене – 50-тысячелетняя история» (Презентация): // <http://www.myshared.ru/slide/1366255/>
- [12] *Максимов Е.В.* Ритмы на Земле и в Космосе. СПб.: Изд. СПб ун-та. 1995. – 324 с.
- [13] *Пидопличко И.Г.* О ледниковом периоде. Выпуск 3. История четвертичной фауны Европейской части СССР. // Киев: Издательство Академии наук Украинской ССР, 1954., 221 с.
- [14] *Пидопличко И.Г.* О ледниковом периоде. Вып. 4. Киев: Издательство академии наук Украинской ССР 1956. -356 с.
- [15] *Удра И.Ф.* Биогеографическое подтверждение морских трансгрессий и внутриматериковых подтоплений на территории Евразии в антропогене // Известия РАН. Сер. Географ. 2009. N 2. – С. 46-59.
- [16] *Чувардинский В.Г.* Четвертичный период. Новая геологическая концепция. Апатиты: Кольский Научный Центр РАН. 2012. - 179 с.
- [17] *Чувардинский В.Г.* Дискуссия с ледниковой системой. Апатиты: 2004. – с. 120.
- [18] *Шумский П.А.* Динамическая гляциология. М. 1969. -172 с.
- [19] *Шумский П.А.* Теория колебания ледников // Материалы гляциологических. Исследований. Вып.32. М.1978. С.99-109.

S u m m a r y. From the very beginning of the hypothesis of the cover glaciation, there were supporters of alternative views. Among them were former geographers-teachers of the Russian Pedagogical University named after A.I. Herzen. Zh.M. Belorусov and E.V. Maksimov. The critical view of both of them on the hypothesis of the cover glaciation proves its controversy.

О ПОДХОДАХ К ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ

Т.Л. Митрофанова, Ю.М. Гришаева, З.Н. Ткачева

Московский государственный областной университет,

г. Мытищи, m.t.11977@mail.ru, j.m.g@mail.ru, tkacheva1912@mail.ru

ABOUT APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE GEOGRAPHICAL AND ENVIRONMENTAL EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN

T.L. Mitrofanova, Y.M. Grishaeva, Z.N. Tkacheva

Moscow Region State University, Mytishchi

Аннотация. В статье анализируются проблемы воспитательного потенциала школьного географического и экологического образования, рассматриваются современные подходы в образовании, описывается интерактивный географический и экологический информационно-образовательный ресурс «ЭкоДобро». Показаны традиционные формы работы с обучающимися посредством формирования унифицированной системы мероприятий расширенного взаимодействия в рамках внеурочной деятельности и дополнительного образования – олимпиад, интеллектуальных конкурсов, эколого-патриотических акций. Рассматриваются основные принципы организации экологического воспитания и образования, а также внедрение новых форм организации дополнительного образования- дистанционное географическое образование, интерактивные экспозиции, географические проекты и сообщества в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Ключевые слова: *школьное географическое образование, школьное экологическое образование, воспитательная программа «ЭкоДобро», внеурочная деятельность.*

Введение

География – наука о природных и общественных системах, формирующая представление о человеческой деятельности во взаимодействии с окружающей средой на локальном, региональном и глобальном уровнях. Географические знания играют ключевую роль в формировании российской идентичности. Именно географические факторы – географическое положение и размеры территории, следствием которых является природное, культурное, этническое и историческое разнообразие, – во многом определили развитие Российского государства.

Объекты и методы

В Концепции развития географического образования в РФ (далее – Концепция) в преподавании географии выделяются содержательные, методические, мотивационные проблемы [7]. Одна из главных проблем – снижение внимания к краеведческому компоненту образования в результате исключения курса «География родного края» из программ 8-9 классов и недостаточного использования возможностей внеурочной деятельности (школьных туристических походов, экскурсий, экспедиций, естественнонаучных практик и др.), что значительно уменьшило уровень компетентности обучающихся в сфере географии родного края. Недостаточное использование в школьной практике технологий, основанных на познавательной, проектно-исследовательской, игровой, коммуникатив-

ной деятельности с учетом ориентации на универсальные учебные действия. Снижение мотивации обучающихся к изучению географии из-за недостаточного объема практических занятий, в том числе в рамках внеурочной деятельности (экскурсии, походы, полевые и практические исследования, экспедиции и др.), обусловленное как недостаточной полевой подготовкой учителей, так и организационными сложностями таких мероприятий.

Преобладание традиционного способа обучения, не в полной мере учитывающего личностный опыт обучающихся и не затрагивающего их ценностно-смысловые ориентиры, недостаточное использование технологий личностно-ориентированного и развивающего обучения.

Обратимся к взаимосвязи географического и экологического образования. Качественное географическое образование призвано обеспечивать: сохранение и развитие культурного разнообразия, овладение духовными ценностями и культурой многонационального народа России; формирование любви к своему краю и своему Отечеству, экологической грамотности, уважения к своему народу, его культуре и духовным традициям.

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (далее-Стандарт) устанавливает требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования. В новых образовательных стандартах предусмотрено выделение трех групп результатов: предметные, личностные, метапредметные. Наименее структурированными и ясно обозначенными в Стандарте, на наш взгляд, являются личностные результаты. В ФГОС ООО их характеристика представлена следующим образом: «...Личностные результаты включают готовность и способность обучающихся к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, системы значимых социальных и межличностных отношений, ценностно-смысловых установок, отражающих личностные и гражданские позиции в деятельности, социальные компетенции, правосознание, способность ставить цели и строить жизненные планы, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме» [8]. Следует отметить, что в личностных результатах выделена задача формирования основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях [8].

Принимая во внимание, сказанное выше, с учетом современных задач модернизации системы образования, нами выделены в качестве основных следующие подходы к организации информационно-образовательного пространства, направленного на решение эколого-ориентированных воспитательных задач: личностно-ориентированный, системно-деятельностный и поликультурный подходы. Рассмотрим последовательно каждый из них.

Обсуждение результатов

Личностно-ориентированный подход в обучении — это концентрация внимания преподавателя на целостной личности человека, забота о развитии не

только его интеллекта, гражданского чувства ответственности, но и духовной личности с чувственными, эстетическими, креативными задатками и способностями развития. В его рамках любые формы, методы, технологии образования рассматриваются в контексте одной из краеугольных задач образования – обеспечить максимально благоприятные условия для саморазвития каждой личности [1].

Системно-деятельностный подход – это организация учебного процесса, в котором главное место отводится активной и разносторонней, в максимальной степени самостоятельной познавательной деятельности школьника. Ключевыми моментами системно-деятельностного подхода является постепенный уход от информационного репродуктивного знания к знанию действия. В системно-деятельностном подходе категория «деятельность» рассматривается как своего рода система. «Любая деятельность, осуществляемая её субъектом, включает в себя цель, средство, сам процесс преобразования и его результат». По мнению психолога А.Н. Леонтьева, деятельность – это специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет целесообразное изменение и преобразование действительности.

Поликультурное образование – это процесс, посредством которого человек приобретает систему знаний и навыков: общекультурных, языковых, профессиональных и др. [6]. Основная цель поликультурного подхода – помочь обучающимся из разных стран научиться преодолевать культурные границы, участвовать в диалоге и гражданских действиях в разнообразном демократическом обществе. Поликультурное информационно-образовательное пространство актуализирует культурную демократию и направлено на обеспечение готовности к комфортному существованию в динамичных условиях поликультурного общества [2].

Чтобы избежать неблагоприятного влияния на экосистемы, не делать экологических ошибок, не создавать опасных ситуаций для здоровья и жизни, современный человек должен, на наш взгляд, обладать элементарными экологическими знаниями и новым экологическим типом мышления. И в этом важная роль отводится общеобразовательной школе, которая, вооружая детей современными знаниями и жизненным опытом, по существу, работает на будущее. Трудно переоценить в связи со сказанным выше роль профессиональной подготовки будущего учителя в отношении его эколого-профессиональной компетентности [3], [5]. В соответствии с планом воспитательной работы школы центральное место в воспитательной системе занимает формирование у учащихся экологической культуры. Нами разработана и успешно реализуется в практике работы школы эколого-ориентированная воспитательная программа «ЭкоДобро», целью которой является создание эколого-образовательного воспитательного пространства [4], формирование системы экологического образования и воспитания с учетом индивидуальных качеств личности учащихся в урочной и внеурочной деятельности с использованием технологий внешней и внутренней дифференциации. В рамках указанной воспитательной программы объединены все воспитательные структуры школы, обеспечивающие развитие детей, преду-

смаатривающие особенности методического обеспечения ее выполнения, а также преимственность в воспитании учащихся. Учебные задачи с экологическим содержанием способствуют формированию экологических знаний и умений школьников, более глубокому пониманию ими сущности экологических проблем, возникновению убежденности в необходимости их решения, а также развитию приемов умственной деятельности, таких как анализ, синтез, сравнение, обобщение.

Перечислим основные задачи эколого-ориентированной воспитательной программы «ЭкоДобро». Обучающие задачи: 1) дать учащимся системные знания об окружающем его мире в соответствии с его возрастом и способностями; 2) научить применять на практике полученные знания; 3) помочь ребенку осознать природу как среду своего обитания, необходимость использовать знания о природе с целью ее сохранения, предотвращения необратимого нарушения ее целостности. К развивающим задачам воспитательной программы относятся: 1) развивать у воспитанников эстетические чувства и умение любоваться красотой и изяществом природы; 2) формировать и развивать у детей навыки психологической разгрузки при взаимодействии с миром природы; 3) повышать общий интеллектуальный уровень учащихся; 4) развивать коммуникативные способности каждого ребенка с учетом его индивидуальности, научить общению в коллективе и с коллективом, реализовать потребности ребят в содержательном и развивающем досуге; 5) развивать у школьников умения предсказывать возможные последствия тех или иных действий человека в природе, прогнозировать вероятные нарушения биологических связей в природе, определять, какие действия являются биологически нейтральными, какие экологические мероприятия будут природе полезны. К воспитательным задачам относятся следующие задачи: 1) прививать чувство доброго и милосердного отношения к окружающему нас миру; 2) воспитывать чувство ответственности, дисциплины и внимательного отношения к людям; 3) воспитывать потребность в общении с природой; 4) способствовать формированию экологического восприятия и сознания общественной активности; 5) способствовать укреплению здоровья ребят, посредством общения с природой и проведению массовых мероприятий на свежем воздухе; 6) воспитывать высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России; 7) воспитывать бережное, гуманное отношение ко всему живому; 8) воспитывать трудолюбие, творческое отношение к учению, труду, жизни.

Принципы эколого-ориентированной воспитательной программы «ЭкоДобро». Процесс формирования гармоничных отношений с окружающей средой является составной частью общей системы воспитания и образования, актуальным ее направлением. Формирование экологической культуры строится на взаимосвязи глобального, регионального и краеведческого подходов к раскрытию современных экологических проблем на принципе непрерывности. В основе формирования бережного отношения к природе лежит единство интеллектуального, эмоционального восприятия окружающей среды и практической деятельности по ее улучшению на основе права на субъективность и субъект-

ность каждого ученика по отношению к учебно- воспитательному процессу (свобода выбора учеником сфер приложения сил в организации экологической деятельности школы).

Процесс формирования экологической культуры школьников, по нашему мнению, опирается на принципы систематичности, непрерывности и междисциплинарности в содержании и организации экологического образования и воспитания.

Формы, методы и средства организации экологического воспитания и образования: а) традиционные; б) активные, инновационные. Межпредметная интеграция – экологическое содержание уроков – практическая реализация принципа интеграции – внедрение экологического образования и воспитания на уроках географии, биологии, химии, физики, математики, музыки и др. Отметим, что задачи межпредметной интеграции для экологического образования школьников решаются нами с использованием поликультурного подхода, актуализируя эколого-культурологическую компоненту содержания различных предметных областей.

Внеурочная деятельность: различные формы внеурочной и внешкольной воспитательной работы: классные и библиотечные часы; исследовательская работа (проектная деятельность) научные исследования школьников под руководством преподавателей; экологические праздники и мероприятия; лекторская работа – педагоги проводят занятия, организуют просмотр фильмов на экологические темы; участие в экологических конкурсах, конференциях и олимпиадах; участие в экологических акциях; практическая помощь природе, посадка и уход за кустарниками, кормушки, скворечники, субботники.

Выводы

Отметим, что важное значение для формирования экологической культуры имеет практическая направленность деятельности учащихся в местном обществе, ее ориентация на общественно-полезные дела, а также участие школьников в разработке и практическом воплощении самостоятельных экологических проектов. Особое место занимает работа с родителями, вовлечение их в процесс экологического становления.

В рамках реализации эколого-ориентированной воспитательной программы «ЭкоДобро» создан информационный контент – сайт Экодобро.рф, где отражены результаты экологического воспитания и образования обучающихся школы [9].

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00322 («Поликультурное проектирование экологического развития личности в цифровом образовании»).

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 19-013-00322 («Multicultural design of ecological development of personality in digital education»).

Литература

- [1] *Асманова И.Ю., Горячева М.В.* Личностно- ориентированный подход как основа педагогических технологий. Интеграция образования. 2009. № 2 (55). С. 99-104.
- [2] *Гришаева Ю.М., Вагнер И.В., Евстафьева Н.С., Митрофанова Т.Л.* К вопросу о подходах к проектированию эколого-ориентированных поликультурных дидактических сред // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (Санкт-Петербург). 2020. С. 40-48.
- [3] *Гришаева Ю.М.* Проектирование педагогической системы формирования экопрофессиональной компетентности студентов гуманитарного вуза // Акмеология. 2012. № 4. С. 55-60.
- [4] Гришаева Ю. М. О соотношении средового и пространственного подходов в экологическом образовании / Ю.М. Гришаева // Акмеология. 2011. № 3. С. 119-125.
- [5] *Гришаева Ю.М.* О проблеме подготовки педагогических кадров в вузе в условиях модернизации образования / Ю.М. Гришаева // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2016. №3. С. 6-9.
- [6] *Давыдова А.А.* Билингвальная готовность к педагогической деятельности в системе поликультурного образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 15. – С. 456–460.
- [7] Концепция развития географического образования в РФ [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/54daf271f2cc70fc543d88114fa83250/> (дата обращения 01.02.2021).
- [8] ФГОС ООО (Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 17.12.2010 г. №1897) [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения 01.02.2021).
- [9] «ЭкоДобро». Официальный сайт [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://экодобро.рф/> (дата обращения).

S u m m a r y. The article analyzes the problems of the educational potential of school geographical and environmental education, examines modern approaches in education, describes the interactive geographical and environmental information and educational resource «EcoDobro». Traditional forms of work with schoolchildren are shown through the formation of a unified system of expanded interaction activities in the framework of extracurricular activities and additional education – olympiads, intellectual competitions, environmental and patriotic actions.

СИНХРОННОСТЬ И АСИНХРОННОСТЬ ПРОЦЕССОВ БИОСФЕРЫ В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ

А.Ю. Ретеюм

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, aretejum@yandex.ru

SYNCHRONICITY AND ASYNCHRONY OF BIOSPHERE PROCESSES IN NORTHERN LATITUDES

A. Retejum

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Анализ поведения главных барических систем Северного полушария приводит к заключению об автономности развития Сибирского максимума и Алеутского минимума, с одной стороны, и атлантических центров действия атмосфер, с другой. Изменения климата на севере Евразии дифференцированы по сезонам и географическому положению места. Наибольшими темпами потепления отличается зона Берингова пролива, что объясняется глобальными процессами растяжения земной коры, в срединной части дна Тихого океана. Обнаружен феномен синхронизации стока и биологической продукции леса на двух континентах. Установлено существование иерархической системы циклов, длительность которых на соседних уровнях различается в 2 и 8 раз. Момент максимального сближения Солнца и барицентра Солнечной системы в апреле 1990 г. представляет собой рубеж целого ряда циклов, включая 179-летний, 1430-летний и 11440-летний. Переход циклов отмечен масштабными возмущениями всех слоев атмосферы Земли, а также Мирового океана и литосферы.

Ключевые слова: синхронность, асинхронность, процессы, биосфера, Север.

Введение

Для оценки состояний окружающей среды необходимо знать закономерности изменений геосистем в пространстве и во времени. Особенно важную роль призвано играть исследование многолетних периодичностей. Несмотря на значительные успехи в их изучении, до сих пор не решены проблемы различий колебательных процессов и трендов от места к месту и их физических причин. В качестве примера можно привести ситуацию с 11-летней периодичностью: при наличии огромного объема сведений, остаются неясным, чем отличаются отклики разных частей биосферы на вариации солнечной активности. Не раскрыт и механизм передачи импульса от солнечного излучения через атмосферу к земной поверхности. В итоге ценное эмпирическое обобщение практически не используется в долгосрочном прогнозировании.

Принимая во внимание указанный информационный дефицит, в качестве цели настоящей работы, было поставлено сопряженное изучение синхронности и асинхронности проявлений многолетней периодичности и действующих факторов.

Объекты и методы

Для решения задачи выяснения причин современных изменений климата были рассчитаны координаты центров барических образований, определены величины атмосферного давления в них за 1950-2020 гг. и выполнен анализ трендов температуры воздуха в четыре сезона за период 1990-2020 гг. методом долготного и широтного сканирования по трапециям размерами от $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ до $10,0^{\circ} \times 10,0^{\circ}$. Изучена связь динамики климатических показателей со ско-

ростью вращения Земли в 1962-2020 гг. и процессами дегазации глубинного водорода по индикатору общего содержания озона в атмосфере. Обработаны данные по стоку рек и биологической продуктивности в Арктике и Субарктике Евразии и Северной Америки.

Обсуждение результатов

Сибирский антициклон и другие центры действия атмосферы. Обширные пространства Евразии находятся в сфере влияния Сибирского антициклона. Обнаружено, что этот антициклон на протяжении около 40 лет с 1950 г. имел тенденцию к ослаблению, которая сменилась противоположной направленностью на рубеже 80-х и 90-х гг. прошлого века. Кроме заметного увеличения атмосферного давления, в последние 30 лет наблюдается смещение центра антициклона к северу на 1° по широте.

На фоне глобального потепления климата средняя минимальная температура приземного слоя воздуха в мощном Сибирском антициклоне с 1990 г. фактически не повысилась. Таким образом, этот центр действия выполняет стабилизирующие функции.

К западу климатообразующая роль Сибирского антициклона прослеживается до побережья Атлантического океана, в то время как на востоке она не проявляется на расстоянии более 3 тыс. км. По меридиону радиус сферы влияния ограничен 1000 км.

Факт диссимметрии сферы влияния Сибирского антициклона требует специального рассмотрения динамики Алеутского минимума, до сих пор почти не освещенной в литературе. Расчеты атмосферного давления в центре минимума свидетельствуют о заметных изменениях его состояния в течении последних 70 лет, внешне аналогичных ранее описанным у Сибирского антициклона, но приведших смене усиления системы ее ослаблением у 1990 г. Вместе с тем зафиксировано смещение центра минимума из Восточного полушария в Западное (от 175° в.д. к 175° з.д.), по направлению к Беринговому проливу.

Сопоставление данных о многолетней динамике Сибирского максимума и Алеутского минимума приводит к выводу об их долговременном развитии в противофазе. Результаты анализа экстремальных лет за период 1950-2020 гг. подтверждают факт существования закономерной связи между величинами давления в их центрах, которые вращаются в противоположных направлениях. Противофазность состояний соседних центров действия атмосферы отражается на режиме природы пограничной зоны между континентом и океаном, включая Дальний Восток и Восточную Сибирь.

Северо-Западная часть Евразии в зимний сезон подвержена влиянию Исландского минимума. Судя по расчетам, в последние 70 лет шло усиление этой барической системы. Как и другие барические системы, Исландский минимум испытал перемену трендов давления около 30 лет назад.

Исландский минимум и Сибирский максимум не вступают в тесный контакт, что выражается в существовании прямой связи между величинами давления в их центрах, которые вращаются в противоположных направлениях. Данное обстоятельство является фактором обеспечения автономности режимов

геосистем в срединных частях континента Евразии и у берегов Атлантического океана.

Отношения Исландского минимума и Азорского максимума, которые фиксируются индексом NOA (Северо-Атлантическое колебание), отражающим разность величин давления в центрах, характеризуются долговременным трендом увеличения барического контраста и ускорением этого процесса в 80-90-е гг. 20 столетия

Значимые связи между вариациями давления в центре Сибирского антициклона и Северо-Атлантическим колебанием в январе отсутствуют.

Анализ поведения главных барических систем Северного полушария приводит к заключению об автономности развития Сибирского максимума и Алеутского минимума, с одной стороны, и атлантических центров действия атмосфер, с другой. Однако установлен факт одновременности возникновения крупных аномалий в них на рубеже 80-х и 90-х гг. прошлого века (объяснение этого феномена см. ниже).

О географическом положении барических систем. При всем значении главных центров действия атмосферы в Северном полушарии, причины их размещения в известных местах до сих пор не были предметом специального анализа. Между тем в их географическом положении выявляется достаточно строгая упорядоченность. Самое высокое атмосферное давление в Сибирском антициклоне чаще всего наблюдается около границы между Континентальным и Океаническим полушариями, проходящей по меридиану 102° в.д. (установлена в 1944 г. А.Я. Орловым по астрономическим данным). Алеутский минимум тяготеет к Срединному меридиану Тихого океана, пересекающему Берингов пролив на 168° з.д. Таким образом, расстояние между указанными центрами по широте составляет 90° . Далее, оба центра закономерно расположены около 50-й параллели, которая представляет собой проекцию «золотого» сечения на поверхности земного шара.

Центр Исландского минимума находится на широте 60° , соответствующей проекции приграничного слоя внешнего ядра Земли на земную поверхность ($\cos 60^{\circ} \approx 0,5$ радиуса планеты), отмеченной множеством аномалий от литосферы до ионосферы. Меридиан этого центра (35° з.д.) отстоит на 45° по широте от проекции длинной оси земного эллипсоида.

Что касается, Азорского максимума, он занимает широту 35° , известную своей энергетической напряженностью, а по долготе он близок в Исландскому минимуму.

Географическое положение четырех северных центров действия атмосферы определяет зависимость их режимов от планетарных факторов, прежде всего скорости вращения Земли.

Роль скорости вращения Земли. В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению скорости вращения Земли, что должно отражаться на вихревых движениях атмосферы. Установлен факт усиления Сибирского антициклона при большой скорости вращения планеты, причем различия мощности антициклона при коротком и длинном дне оказались статистически значимыми.

Достаточно надежных показателей функционирования связи атмосферного давления в других барических системах со скоростью вращения Земли не найдено. Изменения состояний рассматриваемых барических систем только частично обусловлены прямым влиянием скорости вращения Земли. Значит, должны существовать иные внешние факторы, которые контролируют динамику центров действия атмосферы.

Последствия глубинной дегазации. В качестве чрезвычайно важного климатообразующего фактора выступает дегазация глубинного водорода, что было показано в работах В.Л. Сывороткина. Одним из доказательств реальности процесса окисления водорода, поступившего из недр в атмосферу, является совпадение положения аномалий озона с тектоническими разломами. Характерно постоянство формирования крупных отрицательных аномалий общего содержания озона в атмосфере в районе пересечения границы между Континентальным и Океаническим полушариями на 102° в.д. и проекцией ядра Земли на 60° с.ш. (рис. 1).

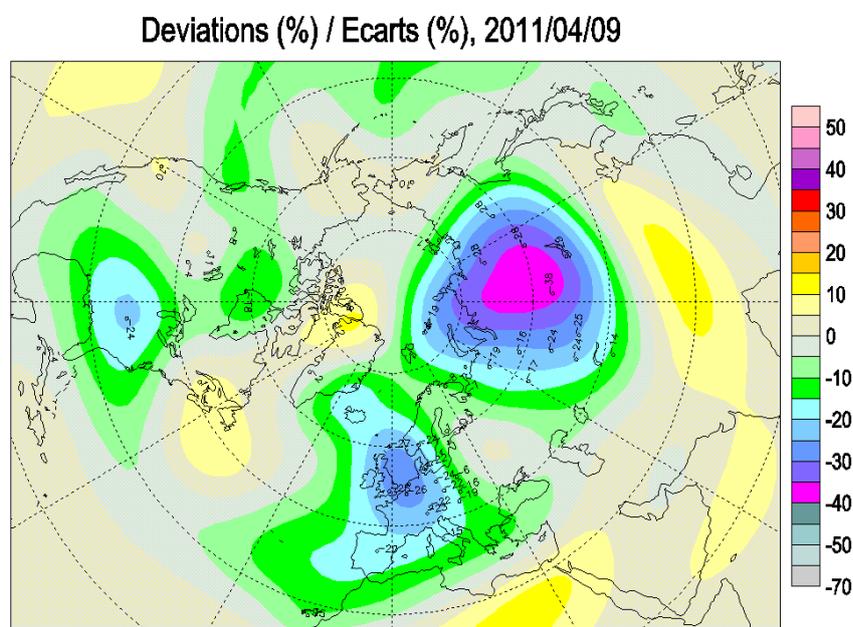


Рис. 1. Отрицательная аномалия озона на севере Восточной Сибири, апрель 2011 г. Источник: Environment Canada.

Очень показательна форма крупных аномалий, протягивающихся через Северный полюс между арктическими и субарктическими районами Евразии и Северной Америки вдоль пограничного межполушарного меридиана 102° в.д.// 78° з.д.

Воздействие глобальных тектонических разломов на состав атмосферы четко проявляется в размещении аномалий озона одного знака или противоположных знаков с ориентацией по осям симметрии, которые совпадают с меридианами 102° в.д.// 78° з.д. и 168° з.д.// 12° в.д.

Неоспоримым доказательством ключевой роли дегазации глубинного водорода в режиме атмосферы служит поддержание отрицательных аномалий озона на протяжении 3-4 месяцев в месте сосредоточения деформаций лито-

сферы, несмотря на постоянный обмен воздухом с окружающим пространством.

Реакция глубинного водорода с кислородом генерирует воду и тепло, поступление которых в приземные слои воздуха может быть выявлено при сопоставлении результатов метеорологических наблюдений. Особенно важную информацию могут содержать актинометрические данные, поскольку увеличение содержания водяного пара снижает прозрачность атмосферы. Это предположение полностью оправдывается на опыте (рис. 2).

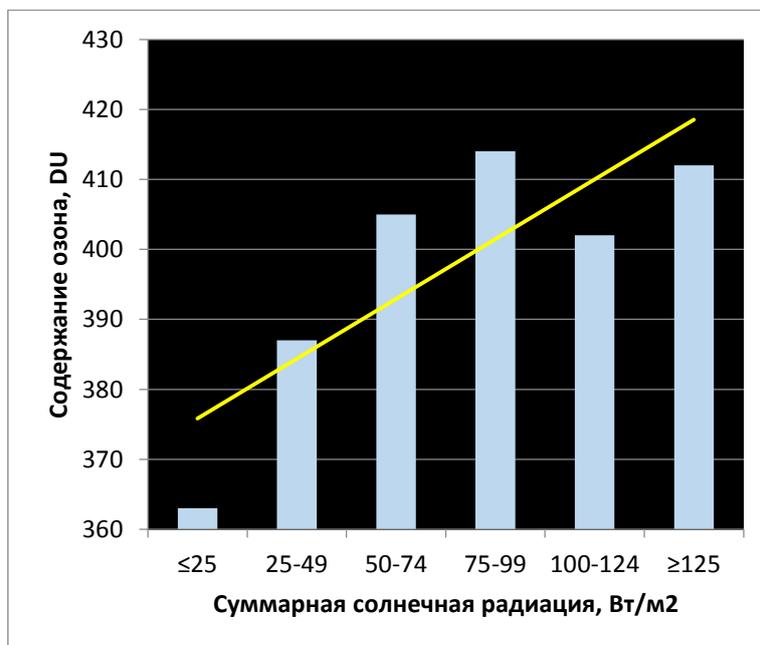


Рис. 2. Уменьшение средних суточных величин суммарной солнечной радиации при дефиците озона в атмосфере (станция Тромсе, Норвегия, март 1971-2019 гг.). Источник: расчет по данным SBUV Merged Ozone Data Set (Goddard Space Flight Center) и European Climate Assessment and Dataset.

Выделение тепла при окислении глубинного водорода и поглощение в атмосфере солнечной радиации водяным паром, который образуется благодаря этой реакции, вызывают повышение температуры воздуха (рис. 3).

Есть все основания видеть в водородной дегазации фактор, определяющий состояние атмосферы.

Тренды изменений температуры тропосферы. В обстановке повышенного внимания к современному изменению климата остается неосвещенным аспект пространственной дифференциации трендов основных метеоэлементов. В качестве примера представлены результаты расчетов по широтной полосе 62,5-65° с.ш.

На континенте Евразии в январе, как и следовало ожидать, судя по данным о частоте развития отрицательных аномалий озона в атмосфере, максимальные изменения температуры воздуха произошли в зонах границы Континентального и Океанического полушарий на 102° в.д. и на Дальнем Востоке, у Среднего Тихоокеанского меридиана (рис. 4).

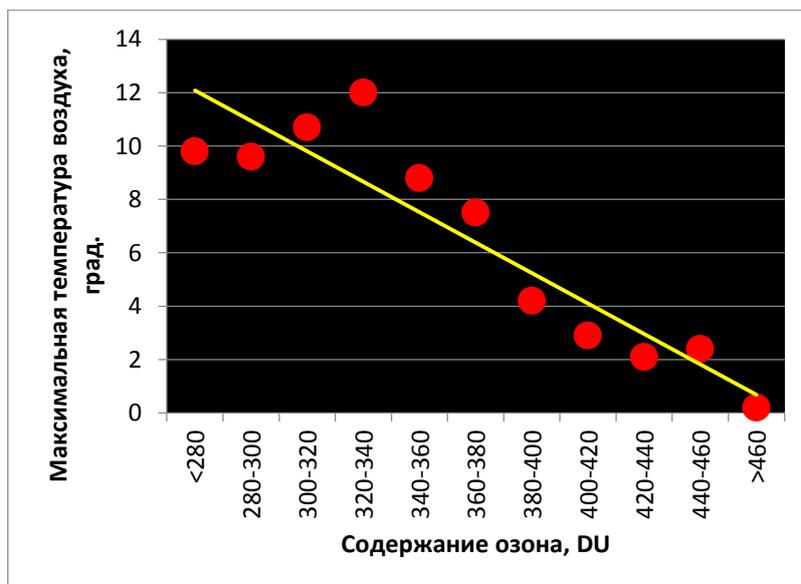


Рис. 3. Связь максимальной температуры приземного слоя воздуха с общим содержанием озона в атмосфере (станция Тромсе, Норвегия, январь 1971-2019 гг.). Источник: Ibid.

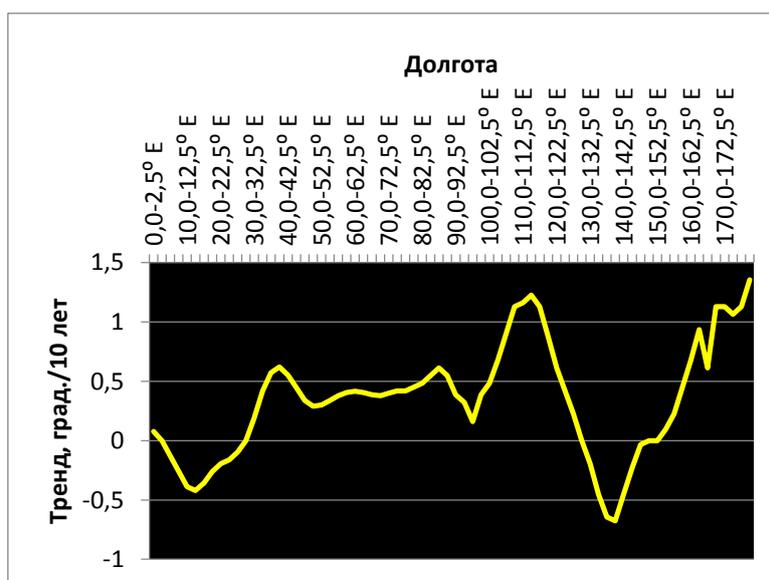


Рис. 4. Линейные тренды температуры воздуха в январе на 62,5-65°
 Источник: расчет по данным *Earth System Research Laboratories*.

Вместе с тем обращает на себя внимание стабилизирующая роль Атлантического океана на западе континента. Весной влияние Атлантики на термический режим атмосферы распространяется до Урала. На территории Европы в марте значительных изменений температуры воздуха за 30 лет не произошло. Максимумы потепления приурочены в это время к Западной Сибири и Чукотскому полуострову.

Летом на территории Евразии картина изменений температуры отличается контрастностью: потепление в Европе и на Дальнем Востоке при похолодании в Сибири. Абсолютные значения трендов, однако, невелики.

Осенью в Субарктике Евразии повсеместно идет потепление климата, причем его скорость максимальна на Дальнем Востоке, а минимальна – в Сибири.

В целом полученные сведения указывают на то, что современные изменения климата на севере Евразии дифференцированы по сезонам и географическому положению места. Процесс потепления в течение всего года охватывает Дальний Восток, в то время как в Сибири ситуация различается от месяца к месяцу. В Европе изменения температуры имеют разную направленность во времени и в пространстве.

В Северной Америке на $62,5-65^{\circ}$ с.ш. самые значительные изменения температуры воздуха в течение всего года характерны для района Аляски, где приrost достигает 2° за 10 лет.

Изучение трендов температуры воздуха в пространстве всей Субарктики и Арктики в пределах Восточного и Западного полушарий, выполненное путем сканирования с высоким разрешением, позволяет сделать вывод, что наибольшими темпами потепления отличается зона Берингова пролива

Приуроченность крупнейшей в мире современной аномалии температуры воздуха к меридиану Берингова пролива совершенно ясно указывает на ее связь с глобальными процессами растяжения земной коры, происходящими в срединной части дна Тихого океана. Чрезвычайно показательно, что в Чукотском море видны следы глубинной дегазации у тектонических разломов.

Результаты наблюдений на станции Барроу (Аляска) предоставляют возможность реконструировать следующий ход событий: дегазация недр → землетрясение → выброс водорода → разрушение озона → повышение температуры воздуха.

О колебаниях стока рек в противофазе. Среди природных процессов особый интерес представляют явления синхронности и асинхронности в субарктических и арктических регионах Евразии и Северной Америки, занимающих противоположные берега Северного Ледовитого океана. Лучшим показателем в данном случае служит сток рек, в котором как бы сфокусировано действие всех климатических факторов. Крупнейшими реками в бассейне этого океана, находящимися в географической оппозиции, являются Печора в Европе и Маккензи в Северной Америке (широта их дельт одинакова – 67° , а разность долгот близка к 180°). Сравнительный анализ колебаний их стока представляет уникальную возможность раскрытия закономерностей формирования природных аномалий на глобальном уровне.

При изучении многолетних рядов был впервые обнаружен феномен синхронизации максимального и минимального месячного стока на двух континентах в 1992 г. (рис. 5 и 6).

Момент формирования крупнейших разнознаковых аномалий приходится на время резкого изменения в режимах центров действия атмосферы, указанной выше.

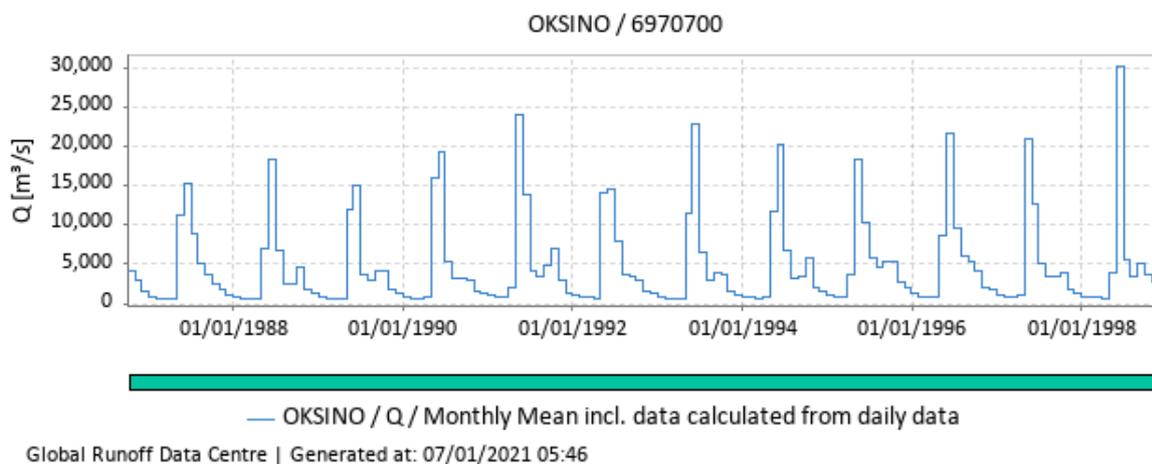


Рис. 5. Многолетний минимум стока реки Печоры в 1992 г. (Оксино, 67,6⁰ с.ш, 52,2⁰ в.д.). Источник: по Global Runoff Data Centre.

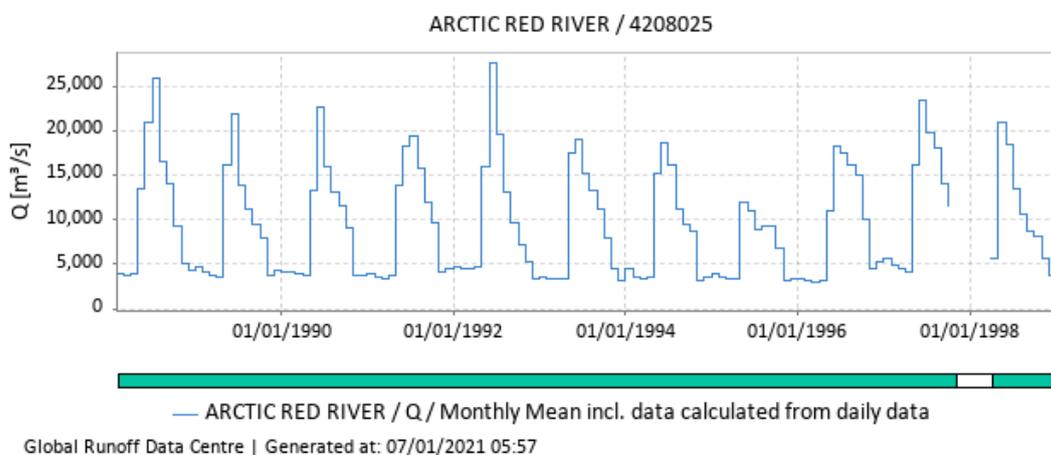


Рис. 6. Многолетний максимум стока реки Маккензи в 1992 г. (Арктик Ред Ривер, 67,4⁰ с.ш, 133⁰ з.д.). Источник: Ibid.

Аномалии биологической продуктивности. При изучении отклика биоты на изменения климата в Субарктике и Арктике использовались два показателя – годичный радиальный прирост древесины и NDVI. Основное внимание было направлено на выяснение последствий возникновения крупных аномалий. В частности, установлен важный факт подобия синхронных разнознаковых колебаний стока рек и прироста деревьев у Северного Ледовитого океана в Европе и Северной Америке. Максимум стока реки Маккензи в 1992 г. в районе ее дельты совпал по времени с увеличением биологической продукции леса.

На противоположном берегу Северного Ледовитого океана в это время наблюдалась аномалия другого знака – резкое замедление процесса образования органического вещества.

О природе цикличности. Сопряженное изучение движения Солнца относительно барицентра Солнечной системы, обращения планет по эллиптическим орбитам и солнечной активности позволило установить существование иерархической системы циклов, длительность которых на соседних уровнях различается в 2 и 8 раз. Группа многолетних хрон начинается с 11-летнего цикла и за-

канчивается 90-летним циклом Ганского-Глейссберга. При повторении он образует 178-летний сарос, состоящий из 8 циклов Хейла (22-летних). Этот цикл играет фундаментальную роль в гелиохронологии, из него строятся многовековые циклы – 1430-летний и 11440-летний.

11440-летний цикл, в свою очередь, образует циклы Миланковича. Реальность обнаруженных циклов доказывается фактами синхронных колебаний величин восстановленного полного излучения Солнца, размеров прироста долгоживущих деревьев, толщины слоев донных осадков и т.д.

Момент максимального сближения Солнца и барицентра Солнечной системы в апреле 1990 г. представляет собой рубеж целого ряда циклов, включая 179-летний, 1430-летний и 11440-летний и, возможно, другие. Переход циклов отмечен масштабными возмущениями всех слоев атмосферы Земли, а также Мирового океана и литосферы. Усиление меридиональных потоков и прочие особенности атмосферной циркуляции во второй половине XX в. определялись именно действием космических сил.

Границы между циклами служат своего рода временной осью, с которой связаны подобные природные события, важные для биосферы. Например, в XVIII-XXI вв. на территории Европы с интервалами около 90 лет возникли сходные термические аномалии: 2010 г., 1921-1922 гг., 1830-1831 гг. и 1743-1745 гг. Две из них появились через 20 лет после начала текущего и последнего 179-летних циклов. Особенно масштабные отклонения в состоянии геосфер приурочены к первым десятилетиям 1430-летних циклов, что необходимо учитывать при выяснении причин современных изменений климата.

Выводы

Результаты специального анализа дают основание считать, что импульс от Солнечной системы к атмосфере Земли передается в первую очередь через колебания угловой скорости вращения планеты и модулирование галактических космических лучей.

S u m m a r y. The analysis of the behavior of the main baric systems of the Northern Hemisphere leads to the conclusion that the development of the Siberian maximum and the Aleutian minimum, on the one hand, and the Atlantic centers of atmospheric action, on the other, are autonomous. Climate changes in the north of Eurasia are differentiated by the seasons and geographical location of the place. The Bering Strait zone is characterized by the highest rates of warming, which is explained by the global processes of stretching the earth's crust, in the middle part of the Pacific Ocean floor. The phenomenon of synchronization of forest runoff and biological production on two continents was discovered. The moment of the maximum approach of the Sun and the barycenter of the Solar system in April 1990 represents the milestone of a number of cycles, including 179-year, 1430-year and 11440-year cycles. The transition of cycles is marked by large-scale disturbances of all layers of the Earth's atmosphere, as well as the World Ocean and the lithosphere.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НОВОЙ РЕДАКЦИИ КОНСТИТУЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Л.Л. Розанов

Московский государственный областной университет, rozanovleonid@mail.ru

GEOECOLOGICAL ASPECT OF THE NEW VERSION OF THE CONSTITUTION OF THE RUSSIAN FEDERATION

L.L. Rozanov

Moscow State Regional University

Аннотация. Обсуждаются геоэкологические смыслы новой редакции Конституции Российской Федерации, принятой общероссийским голосованием 1 июля 2020 г., определяющей настоящее и будущее страны. Обращено внимание на различие понятийного содержания терминов «природные ресурсы», «геоэкологические ресурсы».

Ключевые слова: окружающая среда, природные ресурсы, геоэкологические ресурсы, геоэкологическая процессность, экология.

Введение

Новая редакция Конституции Российской Федерации содержательно охватывает почти все сферы жизни граждан – от доступной медицинской помощи, защиты семьи и детей, гарантий для человека труда до защиты исторической правды, суверенитета и целостности страны, главенства российского права, политики государства в области охраны окружающей среды.

Объекты и методы

С термином «окружающая среда» в новой редакции Конституции Российской Федерации следующие положения: ущерб окружающей среде (статья 36); право на благоприятную окружающую среду (статья 42); сохранять природу и окружающую среду (статья 58); охрана окружающей среды (статья 72, пункт «д»); законодательство об охране окружающей среды (статья 72, пункт «к»); политика в области охраны окружающей среды (статья 114, пункт «в»); снижение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду (статья 114, пункт «е.5») [4]. Окружающая среда – часть материального мира, состоящая из разнокачественных природных, геотехноплагенных (от латинского *plaga* – «толчок»), геотехногенных вещественных образований, тел, взаимосвязанных процессов и явлений во времени и пространстве. Окружающая среда для человека выступает обычно как природно-техногенное целое, воздействующее на жизнь, здоровье, хозяйственную деятельность и отдых людей. Обобщающее представление об окружающей среде как природно-техногенном целом методологически принципиально для уяснения и упорядочения пространственно-временной информации, в том числе геоэкологических процессов в «территориально-человеческом измерении» [10].

Сопряженное взаимодействие природных и техногенных потоков вещества, энергии и информации обуславливает для жизнедеятельности населения состояние геоэкологических ресурсов окружающей среды. Введенный автором термин «геоэкологические ресурсы» означает совокупность веществ, тел, факторов окружающей среды, обеспечивающих жизнь, здоровье и деятельность

людей в пространственно-временной конкретности [8, 9]. В новой редакции Конституции Российской Федерации (статьи 9, 36, 72) присутствует термин «природные ресурсы». Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» [13], природные ресурсы – это компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность. В отличие от геоэкологических ресурсов, обеспечивающих, прежде всего, жизнь и здоровье человека, природные ресурсы – это факторы осуществления хозяйственной деятельности. Здоровье человека – объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психологического и социального благополучия изначально принадлежит и уже управляется самим человеком (независимо от того, осознает он свою управляющую роль или нет). Поддержание процессов воспроизводства геоэкологических ресурсов (водных, биологических, рекреационных, воздушных) – приоритетная задача жизнеобеспечения человека на локальном и региональном уровнях [11]. Под воспроизводством геоэкологических ресурсов понимается восстановление их жизнеобеспечивающих свойств и функций посредством очистки воздуха, вод, почв от загрязнения, путем лесоразведения, рекультивации, мелиорации и другой деятельности человека на оздоровление окружающей среды в пространственно-временной конкретности. В управлении воспроизводством геоэкологических ресурсов подлежат, подчеркнем, не природные процессы, а техногенная деятельность человека (посредством технических, административно-правовых, экономических мер).

Особое научно-практическое значение в условиях возрастающего техногенного загрязнения жизненного пространства приобретает содержательная определенность геоэкологических процессов (геоэкологической процессности) – проявления (выраженность) изменений, неприятных сдвигов, отклонений в здоровье человека, неестественных перемен в растительных и животных организмах под воздействием окружающей среды (природно-техногенного целого). Понятие «геоэкологические процессы» введено автором [8, 9]. Идея геоэкологической процессности является ключом к строгому процессному объяснению действительности. Она выполняет синтезирующую функцию, объединяет геоэкологическое знание в единую систему, является слагаемым логической структуры геоэкологии. Научная идея геоэкологической процессности играет роль метода в процессном объяснении геоэкологических явлений и в дальнейшем продвижении их познания. Геоэкологическая процессность – общий стержень, позволяющий концентрировать потенциал разных наук для междисциплинарного познания (исследования) проблемы воздействия окружающей среды на жизнедеятельность человека, его здоровье.

Обсуждение результатов

Изучение реалий геоэкологической процессности – фундаментального явления в окружающей среде будет актуализироваться в сфере обеспечения геоэкологической безопасности населения России в условиях деградации окружа-

ющей среды, развития экстремальных ситуаций, проявляющихся в повторяемости, продолжительности, интенсивности опасных погодноклиматических аномалий, негативно влияющих на здоровье и различную деятельность людей. Согласно исследованиям, «загрязнение атмосферного воздуха в целом по городам России является причиной примерно 40 тыс. дополнительных смертей в год. При этом около половины всех случаев дополнительной смертности обусловлено за счет выбросов автотранспорта» [7, с. 20]. «Загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом в Москве и Ростове-на-Дону привело к повышению дополнительной смертности на 4,2% и 9,9-14,1% в год соответственно» [14, с. 566].

Специфика России с позиций водно-геоэкологической составляющей проявляется в дефиците качественных питьевых вод в местах потребности в них. Около 70 млн человек проживает в регионах Российской Федерации, в которых число нестандартных проб воды (из источников централизованного питьевого водоснабжения) не соответствует гигиеническим нормативам: по санитарно-химическим показателям от 41 до 84% в 18 субъектах РФ (при среднем 28,1%), по микробиологическим показателям от 10 до 37% в 15 субъектах РФ (при среднем 6,7%) [1]. По данным водопользователей России не менее 50% населения страны потребляют некондиционную воду. В 2019 г. произошли аварии: 60 тыс. водопроводных сетей и 52 тыс. канализационных сетей. В 2019 г. водопроводом были обеспечены 92% городских и 63% сельских жителей страны. Федеральный проект «Чистая вода» к 2030 г. предусматривает увеличение обеспечения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения с 84% до 91% населения России. Примеры жизненно необходимых для людей геоэкологических ресурсов можно преумножить [10, 11].

В свете геоэкологических реальностей окружающей среды принципиальны выводы специалистов, которые работали (а некоторые и работают) в природоохранных структурах с середины восьмидесятых годов прошлого века до настоящего времени [12]. Считается большой ошибкой ликвидация в 2000 г. (созданного в 1988 г.) правительством Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды, его территориальных органов и Федеральной службы лесного хозяйства России. В июне 2008 г. в названии Министерства природных ресурсов России появляется слово «экология». Такой акт представляется парадоксальным, поскольку «в современном языке слово «экология» стало своего рода расхожим штампом, бездумно используемым в столь многих значениях, что первоначальный смысл его кажется почти утраченным» [2, с. 214]. В систему Министерства природных ресурсов и экологии были переданы все функции и полномочия государственного регулирования охраны окружающей среды. Объединение в рамках одного государственного органа функций и хозяйственного использования природных ресурсов, и контроля за их использованием признано ошибочным управленческим решением [3]. Функционирующий государственный орган в структуре Правительства Российской Федерации должен заниматься, на мой взгляд, не только природными ресурсами, но и геоэкологическими ресурсами, напрямую влияющими на здоровье и жиз-

недеятельность человека (населения). Взаимосвязи проблем охраны окружающей среды, оздоровления окружающей среды, использования природных ресурсов, сохранения и воспроизводства геоэкологических ресурсов могут рассматриваться в качестве предпосылки сосредоточения их в едином государственном органе, наименованном «*Министерство природных и геоэкологических ресурсов*».

Причины постоянного ухудшения в стране состояния окружающей среды заложены в системе подготовки, принятия и реализации хозяйственных решений. Стихийные и не стихийные свалки – это результат отсутствия политической воли цивилизовано и централизованно (в рамках субъекта Федерации) решать проблему отходов, прежде всего коммунальных, а затем и промышленных. В решении задачи перехода промышленности на наилучшие доступные технологии нужна политическая воля первых лиц государства. Негативными явлениями считается постоянная реорганизация природоохранных органов с понижением их значения (статуса). Хозяйствующие субъекты не выполняют природоохранных положений, требований и даже решений административных органов, а надзорные органы не проявляют должной требовательности при их реализации. Задачи охраны природы решаются непрофессионалами, так называемыми менеджерами и карьерными политиками, в результате чего ни производителям, ни населению лучше не становится [12].

В статье 71, пункт «е» [4] предусматривается, наряду с другими, установление основ федеральной политики и федеральные программы в области *экологического развития Российской Федерации* (курсив мой – Л.Р.). Употребление словосочетания «экологическое развитие государства» не согласуется с экологией, поскольку «предметом экологии является природа, а также взаимодействия и взаимоотношения организмов в ней, но никак не среда, окружающая и обслуживающая человека» [6, с. 26].

Выводы

В современной техногенной цивилизации истинные ценности одной культуры не всегда приемлемы и благоприятны для другой. «Для любого народа государство с его границами служит средством удержания и сохранения не только природно-материальных ресурсов (для обеспечения физического существования и выживания народа, его населяющего), но и культурно-духовных (для обеспечения благополучной жизни своего народа, но не как популяции неких безликих биоорганизмов, а как одухотворенных людей)» [5, с. 257]. В нестабильном мире, подверженном эпидемии коронавирусной инфекции COVID-19 (охватившей более 100 млн человек, в том числе 4 млн россиян), *национальная идея России – выживание народа, сохранение территории, консолидация политической обстановки на принципах гражданской созидательности, согласованности, сбалансированности, справедливости, солидарности*. В условиях беспрецедентной информационной войны против российского государства актуально (по аналогии с 1947-1958 гг. в СССР) введение образовательной дисциплины «Конституция России» для воспитания школьников-граждан.

Литература

- [1] *Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А.* Водно-экологические вызовы Азиатской России // *Вызовы XXI века: природа, общество, пространство. Ответ географов стран СНГ.* М.: Тов-во научных изд. КМК, 2012. С. 245-259.
- [2] *Гиляров А.М.* Перестройка в экологии: от описания видимого к пониманию скрытого // *Вестник РАН.* 2005. Том 75, № 3. С. 214-223.
- [3] *Клюев Н.Н., Сдаюк Г.В., Тишков А.А.* Мировые кризисы – необходимость реализации программ перехода к устойчивому развитию // *Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт.* М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. С. 10-38.
- [4] Конституция Российской Федерации (с комментариями Конституционного Суда РФ). М.: Проспект, 2021. 120 с.
- [5] *Курашов В.И.* Познание природы в интеллектуальных коллизиях научных знаний: Научная мысль России на пути в XXI век. М.: Наука, 1995. 284 с.
- [6] *Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П.* Экология. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2003. 624 с.
- [7] *Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И.* Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2004. 268 с.
- [8] *Розанов Л.Л.* Геоэкология. 10-11 классы: Учебное пособие. М.: Дрофа, 2005. 206 с.
- [9] *Розанов Л.Л.* Геоэкология. М.: Вентана-Граф, 2006. 320 с.
- [10] *Розанов Л.Л.* Учение о геоэкологических процессах: Теория и практика. М.: ЛЕНАНД, 2019. 300 с.
- [11] *Розанов Л.Л.* Геоэкологические ресурсы окружающей среды // *Высшая школа: научные исследования.* М.: Издательство Инфинити, 2020. С. 242-254.
- [12] *Соловьянов А.А.* История развития природоохранных органов Российской Федерации. М.: Феория, 2017. 416 с.
- [13] Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды» (действ. ред., послед. изм. внесены 21.07.2014 г. № 219-ФЗ).
- [14] *Человек в мегаполисе: Опыт междисциплинарного исследования / Под ред. Б.А. Ревича и О.В. Кузнецовой.* М.: ЛЕНАНД, 2019. 640 с.

S u m m a r y. The analysis of the geoeological meanings of the new version of the Constitution of the Russian Federation revealed a difference in the conceptual content of the terms «natural resources» and «geoeological resources». The priority of geoeological resources for human health and vital activity (population) is emphasized. The current task of the government body of the Russian Federation, called the Ministry of Natural and Geoeological Resources, is to improve the environment.

О МЕТОДОЛОГИИ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

Ю.М. Семенов¹, В.А. Снытко^{1,2}

¹ *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, yumsemenov@mail.ru*

² *Институт истории науки и техники им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва, vsnytko@yandex.ru*

THE METHODOLOGY OF LANDSCAPE SCIENCE

Yu.M. Semenov¹, V.A. Snytko^{1,2}

¹ *V.B. Sochava Institute of Geography of SB RAS, Irkutsk*

² *S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of RAS, Russia*

Аннотация. Рассмотрена история российского ландшафтоведения, представлены основные моменты развития его теоретических основ. Возникновение ландшафтоведения как науки и отрасли географии связано с именем В.В. Докучаева, разработавшего методологию географического синтеза. Предложенный В.В. Сочавой геосистемный подход позволил пересмотреть логические основы учения о ландшафтной сфере. Познание и картографическое отображение организации геосистем требуют выявления закономерностей их дифференциации, интеграции и развития. Дальнейшее развитие учения о геосистемах требует создания современной ландшафтной классификации, адекватно отражающей организацию географической оболочки. Она должна строиться на количественных данных – ландшафтно-геофизических, ландшафтно-геохимических и биогеоценологических.

Ключевые слова: ландшафтоведение, методология, история науки, геосистемный подход, классификация геосистем.

Введение

Ландшафтоведение – раздел физической географии, изучающий сложные природные и природно-антропогенные геосистемы как части географической оболочки Земли. Эта наука рассматривает происхождение, структуру, изменение, пространственную дифференциацию, интеграцию геосистем, а также их изменения под влиянием природных и антропогенных факторов.

Возникновение ландшафтоведения как науки и отрасли географии в нашей стране обычно принято связывать только с именами российских исследователей. Однако не следует забывать, что среди ученых, так или иначе воспринимавших общность тех природных тел, которые мы теперь называем компонентами ландшафта (ПТК, геосистемы), и различия между образованными ими территориальными целостностями, наряду с В.В. Докучаевым, разработавшим методологию географического синтеза [3], которая затем в трудах его учеников и последователей выразилась в представлении о ландшафте [5], а также А.И. Воейковым, А.И. Красновым, Г.И. Танфильевым, Г.Ф. Морозовым, Г.Н. Высоцким, были еще и А. Гумбольдт, К. Риттер, Дж.П. Марш, А. Геттнер, Э. Пассарге.

Основы будущей науки о ландшафтах и зачатки теории ландшафтоведения у нас, в Российской империи и СССР, создавали Л.С. Берг, С.С. Неуструев, Р.И. Аболин, А.А. Борзов, Б.Б. Польшов, И.В. Ларин, И.М. Крашенинников, М.А. Первухин, Л.Г. Раменский, В.Н. Сукачев, С.В. Калесник и другие географы. К сожалению, все, что было сделано в развитие этого направления за пределами Советского Союза, в нашей науке о ландшафтах следов не оставило.

Возникновение науки о ландшафтах

Временем возникновения советского ландшафтоведения многие считают год опубликования монографии «Ландшафтно-географические зоны СССР», где во «Введении» Л.С. Берг [1] дефинировал термин «ландшафт» и определил задачи географов в его познании (выявление внешних признаков, структуры, границ, соотношения с внешней средой и другими ландшафтами, истории развития и смены ландшафтов), ставшие фактически ориентирами развития всей физической географии. Затем это «страноведческое» направление сменилось на «типологическое», ставшее до конца 1940-х гг. основным, где главной задачей была разработка принципов и методов выделения, классификации «элементарных» и «геохимических» ландшафтов (работы Б.Б. Польшова, М.А. Первухина, А.Н. Пономарева).

Те положения ландшафтоведения и советской физической географии, которые в дальнейшем стали для отечественных географов классическими, были сформулированы в середине XX века, а само возникновение этой методологии мы отсчитываем от выступления Н.А. Солнцева на II Всесоюзном географическом съезде [11]. В учении Н.А. Солнцева о морфологии ландшафта были сформулированы основополагающие принципы ландшафтоведения, разработаны принципы выделения ландшафтов и их подразделений в «поле». Предметом изучения ландшафтоведения он считал ландшафт и его морфологические части, а природные территориальные комплексы более высокого ранга относил к компетенции физико-географического районирования. В ландшафтоведении Н. А. Солнцев выделял историю, морфологию, динамику, систематику, методику исследования ландшафта и даже прикладное ландшафтоведение, внося значительный вклад в развитие всех этих разделов.

История развития ландшафтных идей

С нашей точки зрения, создание настоящей, полноценной методологии науки о ландшафтах было начато в середине XX в., когда на базе согласования представлений общего землеведения и ландшафтоведения наши физикогеографы пришли к «региональному» пониманию ландшафта как одной из таксономических единиц физико-географического районирования. В 1950-1960-х гг. начались попытки создания теоретического обоснования объединения общеземлеведческого и ландшафтного подходов в физической географии (С.В. Калесник, А.Г. Исаченко, Д.Л. Арманд, Ф.Н. Мильков), а в 1960-1970 гг. геосистемы региональной размерности тоже стали полноправными объектами ландшафтоведения (Н.А. Гвоздецкий, А.А. Макунина, В.А. Николаев, Г.С. Самойлова, А.Е. Федина, К.Н. Дьяконов).

В 1963 г. в географической литературе впервые появился термин «геосистема», предложенный В.Б. Сочавой [12]. Системный подход позволил пересмотреть логические основы учения о ландшафтной сфере, четко разграничить задачи физической географии и отраслевых географических дисциплин. Геосистемы – это открытые иерархически организованные динамические системы, и каждый уровень их иерархии представляет собой

динамичную целостность с особой присущей им географической организацией. Организация геосистем включает их дифференциацию, интеграцию, развитие и обеспечивающее их функционирование, поэтому в учение о геосистемах входят составными частями теоретические положения, обосновывающие закономерности их классификации, картографирования, динамики и эволюции. Исследования сибирских ландшафтоведов – В.Б. Сочавы [13] и его учеников [7, 8, 10] – внесли существенный вклад в становление и утверждение новой парадигмы физической географии. На сибирских географических стационарах были разработаны многие методические аспекты экспериментальных исследований, использование которых позволило расширить знания о развитии и функционировании ландшафтов, фактически приведя к созданию нового структурно-динамического направления в науке о ландшафте, обеспечившего в конечном итоге методологическую и тематическую перестройку теории комплексной физической географии. На основе этого направления в 1977 г. была опубликована типологическая ландшафтная карта юга Восточной Сибири М 1:1 500 000 [9], в последующем на тех же принципах составлялись и составляются карты геосистем других территорий или в других масштабах (В.С. Михеев, Л.Н. Пурдик, В.В. Рюмин, Ю.М. Семенов, Е.И. Кузьменко, Е.Г. Суворов, Г.И. Лысанова, Т.И. Коновалова, Т.И. Кузнецова и др.).

Довольно близки к учению о геосистемах были подходы Л.Н. Беручашвили [2], который считал, что элементарными структурно-функциональными частями ПТК служат геомассы, однородные слои которых в профиле ПТК он называл геогоризонтами. Синтез изменений процессов и явлений в ПТК – это «состояния ПТК»: кратковременные («стексы»), средневременные и длительночастотные. Л.Н. Беручашвили, пожалуй, первым из известных ландшафтоведов занялся компьютерным моделированием, разработал компьютерные модели смен состояний и добился показа прогноза стексов на телевидении. Ему же принадлежит понятие «этология ландшафта».

По мнению А.Г. Исаченко, при внимательном изучении различных определений «комплексов» и «систем» между ними можно уловить смысловое различие: в «системе» содержится акцент на упорядоченность, а в «комплексе» – на связь, взаимообусловленность. Всякий комплекс есть система, но не всякая система представляет собой комплекс: система – понятие более широкое (универсальное), родовое по отношению к комплексу [5].

Современное состояние ландшафтоведения

На современном этапе ландшафтоведения наша наука обогатилась новыми разделами, такими как геофизика ландшафта, полисистемный анализ и синтез, использование ГИС, ландшафтное земледелие, эстетика ландшафта, ландшафтное прогнозирование, ландшафтное планирование и др. (В.А. Николаев, К.Н. Дьяконов, Ю.Г. Пузаченко, И.И. Мамай, Э.Г. Коломыц, А.Ю. Ретеюм, В.И. Булатов, В.В. Козин, А.К. Черкашин, М.Д. Гродзинский, А.Н. Антипов, А.В. Дроздов, А.В. Хорошев, Е.Ю. Колбовский, Д.В. Черных, Е.А. Позаченюк, В.Т. Старожилов и др.).

К.Н. Дьяконов [4] выделяет в числе основных направлений развития современного ландшафтоведения структурно-генетическое, функционально-динамическое, эволюционное и прикладное. А.В. Хорошев [14] считает, что функциональное и динамическое направления следует разделить, а прикладное направление надо рассматривать не изолированно, а в сопряжении со структурой, динамикой, функционированием и эволюцией геосистем. По его мнению, все вопросы науки о ландшафте могут быть представлены как «паутина» ветвей сюжетов, берущих начало от терминов «структура», «функционирование», «динамика» и «эволюция».

Главное в методологии ландшафтоведения – это то, что, во-первых, ландшафт (ПТК, геосистема) – это объективная реальность, во-вторых, он имеет размеры, внешние границы и внутреннюю структуру, а в-третьих, он когда-то сформировался и развивается.

Ландшафтоведение, несмотря на появление «дочек» – геохимии ландшафтов, геофизики ландшафтов – само по-прежнему сводится, главным образом, к морфологии ландшафтов. Эволюционно-динамическое направление, созданное трудами В.Б. Сочавы, А.А. Крауклиса, В.С. Михеева, В.А. Снытко, Н.Л. Беручашвили, И.И. Мамай и других исследователей, в последние десятилетия в силу причин, далеких от науки, осталось «без хлеба» – экспериментальных данных, получаемых на стационарах. Наша наука о ландшафтах остается в целом наукой качественной, а всякие морфо- и картометрические изыски, апелляции к ДЗЗ и ГИС количественного представления о свойствах геосистем дать не могут.

Есть ландшафтоведы, которые считают, что чисто физико-географическая концепция ландшафтоведения вообще устарела. Так, по мнению Е.Ю. Колбовского [6], в последние годы произошел теоретический прорыв, приближающий нас к пониманию ландшафта как не природного, а природно-культурного феномена, т.е. географы вроде бы сумели ликвидировать разрыв, долгое время существовавший между физико-географическим («природным») ландшафтоведением и теорией культурного ландшафта.

В последние годы российская наука о ландшафте нашла точки соприкосновения с ландшафтной экологией, которые были обозначены еще В.Б. Сочавой [13]. Результатом взаимодействия российского ландшафтоведения и «западной» ландшафтной экологии, стало, в частности, появление и развитие в

рамках науки о ландшафтах таких разделов, как ландшафтное планирование и оценка экосистемных услуг.

Выводы

Познание и картографическое отображение организации геосистем требуют выявления закономерностей их дифференциации, интеграции и развития, а все эти закономерности могут быть получены только в результате анализа, интерпретации неких данных о свойствах, как отдельных компонентов, так и геосистем в целом. Эмпирические данные в географии получаются в экспедициях, на стационарах, ключах и профилях. Экспедиционный метод позволяет собрать лишь небольшой спектр данных о ландшафтной структуре и свойствах геосистем, а для получения сведений о динамике и функционировании геосистем необходимы исследования на стационарах и ключевых участках с использованием сезонных или иных периодических полустационарных исследований. На ключевых участках ландшафтов-эталонов следует изучать типологические единицы, определяющие в целом эпифациальное структурирование знаний. Анализ всех модификаций коренных геосистем должен быть направлен на выявление системообразующего ядра изучаемой геохоры. Необходимо также разработать и унифицировать приемы описания, показатели структуры и динамики геосистем, создать кадастры признаков, включая физиономические и дешифровочные для анализа и интерпретации материалов космосъемки.

Дальнейшее развитие учения о геосистемах требует создания современной ландшафтной классификации, адекватно отражающей организацию географической оболочки, которая должна включать три таксономических ряда: типологический, хорологический и динамический. Классификация должна строиться на корректных количественных данных – ландшафтно-геофизических, ландшафтно-геохимических и биогеоэкологических. Отсюда возникает задача совершенствования методики сбора, отображения, анализа и тематической интерпретации географической информации. Здесь необходимы новые, базирующиеся на учении о геосистемах, стандартизированные методы тематического картографирования, создания ГИС, применения аэрокосмических материалов. При этом все должно быть сбалансировано и отработано именно под цели картографирования геосистем.

Необходимо также продолжить сближение нашего ландшафтоведения с ландшафтной экологией, развивать теоретические основы такого сотворчества и шире внедрять его результаты в практику.

Литература

- [1] *Берг Л.С.* Географические зоны Советского Союза. 3-е изд. – М.: Географгиз, 1947. – Т. 1. – 397 с.
- [2] *Беруцашвили Н.Л.* Этология ландшафта и картографирование условий окружающей среды. – Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та, 1989. – 198 с.
- [3] *Докучаев В.В.* К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные

- почвенные зоны. – СПб.: Типография СПб Градоначальства, 1899. – 28 с.
- [4] *Дьяконов К.Н.* Базовые концепции и понятия ландшафтоведения // Географические научные школы Московского университета. – М: Городец. – 2008. – С. 348-386.
- [5] *Исаченко А.Г.* Теория и методология географической науки. – Москва: Изд. центр «Академия», 2004. – 400 с.
- [6] *Колбовский Е.Ю.* Нерешенные вопросы ландшафтоведения и ландшафтного планирования // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – № 5. – С. 19-29.
- [7] *Крауклис А.А.* Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 232 с.
- [8] *Михеев В.С.* Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 205 с.
- [9] *Михеев В.С., Ряшин В.А.* Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. М 1 : 1 500 000 / под общ. ред. В.Б. Сочавы. – М.: ГУГК, 1977.
- [10] *Снытко В.А.* Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.
- [11] *Солнцев Н.А.* Природный географический ландшафт и некоторые его общие закономерности // Труды Второго Всесоюзного географического съезда. – М.: Географгиз, 1948. – Т. 1. – С. 258-269.
- [12] *Сочава В.Б.* Определение некоторых понятий и терминов физической географии // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. – 1963. – Вып. 3. – С. 50-59.
- [13] *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
- [14] *Хорошев А.В.* Полимасштабная организация географического ландшафта. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 416 с.

S u m m a r y. The paper considers history of Russian landscape science and the main moments of the development of its theoretical foundations. The emergence of landscape study as a science and branch of geography is associated with the name of V.V. Dokuchaev, who developed the methodology of geographical synthesis. The geosystem approach proposed by V.B. Sochava had helped redefine the logical foundations of the landscape sphere doctrine. Cognition and mapping of the organization of geosystems imply identifying patterns of their differentiation, integration and development. Further development of the geosystem doctrine requires creation of a modern landscape classification that could adequately reflect organization of the geographical envelope, which should include 3 taxonomic series: typological, chorological and dynamic. It should be based on the landscape-geophysical, landscape-geochemical and biogeocenological quantitative data.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ НАУКИ И РЕЛИГИИ В «ПРОСТРАНСТВЕ» НООСФЕРНОЙ СТРАТЕГИИ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА В XXI ВЕКЕ

А.И. Субетто

СЗИУ РАНХ и ГС при Президенте РФ, РГПУ им. А.И. Герцена, subal1937@yandex.ru

RESPONSIBILITY OF SCIENCE AND RELIGION IN «SPACE» NOOSPHERE STRATEGY OF SURVIVAL OF HUMANITY IN THE XXI CENTURY

A.I. Subetto

*SZIU RANH and GS under the President of the Russian Federation,
Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen*

Аннотация. В статье раскрывается проблема объединения усилий науки и религии как общественных институтов на базе стратегии экологического выживания человечества в XXI веке. Дискуссии и споры между учеными и представителями разных религиозных культов теряют во многом свои смыслы перед угрозой рыночно-капиталистического (по экологическим основаниям) самоуничтожения человечества. Основой для объединения науки и религии в Общем Деле экологического спасения человечества как биологического вида на Земле служит Ноосферизм.

Ключевые слова: наука, религия, развитие, эволюция, управление, богоизбранность, природа, биосфера, ноосфера.

Введение

«Наука» и «Религия» – два важнейших института в системе механизмов развития общества и человечества. Их взаимодействие на протяжении истории человечества, особенно в последнее 2-е тысячелетие от «Рождества Христова», часто было не только драматичным, но и трагическим. Достаточно вспомнить сожжение на костре известного ученого и мыслителя Джордано Бруно по решению суда инквизиции за его убеждения, что в космосе есть миры, в которых живут разумные существа, подобные человечеству. Но есть и области схождения науки и религии, когда и та, и другая области познания мира и мироосвоения встречаются с тайной мира, с предельными вопросами бытия мира, далеко выходящими за конечные пространственно-временные рамки. Приведем ряд высказываний известных ученых-физиков, живших в XX-ом веке.

- **Макс Планк:** «Естествознание нужно человеку для знания, религия нужна ему для действия» [16, с. 262];

- **Альберт Эйнштейн:** «Моя религия состоит в чувстве скромного восхищения перед безграничной разумностью, проявляющей себя в мельчайших деталях той картины мира, которые мы способны частично охватить и познать нашим умом... Эта глубокая эмоциональная уверенность в высшей степени логической стройности устройства Вселенной... и есть моя идея Бога» [12, с. 234] (выдел. нами, С.А.);

- **Вольфганг Паули:** «Эйнштейновское мировоззрение мне ближе. Господь Бог, о котором он столь охотно вспоминает, имеет отношение к неизменным природным законам. У Эйнштейна есть чувство центрального порядка вещей... Однако для него не существует разрыва между наукой и

религией. Центральный порядок принадлежит для него как к субъективной, так и к объективной области, и это представляется мне наилучшим исходным пунктом» [4, с. 209] (выдел. нами, С.А.);

- **Нильс Бор:** «В религии язык используется совершенно иначе., чем в науке. Язык религии родственнее скорее языку поэзии, чем языку науки... Если религии всех эпох говорят образами, символами и парадигмами, то это, видимо потому, что просто не существует никаких других возможностей охватить ту действительность, которая здесь имеется в виду. Но отсюда ещё вовсе не следует, что она не подлинная действительность. И расщепляя эту действительность на объективную и субъективную стороны мы вряд ли здесь далеко продвинемся» [4, с. 213];

- **Вернер Гейзенберг:** «**Вопрос о ценностях – это ведь вопрос о том, что мы делаем, к чему стремимся, как должны себя вести.** Он поэтому становится вопросом о человеке и для человека; **это вопрос о компасе, которым мы должны руководствоваться,** отыскивая свой путь в жизни. **Этот компас в разных религиях и мировоззрениях получил разные названия:** счастье, воля Божья, смысл и ещё многое другое» [4, с. 326] (выдел. нами, С.А.).

Споры о соотношении религии и науки, об их взаимодействии в отношении человека и человечества к миру в целом не утихают, и являются предметом рефлексии, как философии, так и науки, и теологии. Как отмечает С.А. Девятова [15, с. 35]. «Американский протестантский богослов Т. Петерс и многие другие идеологи христианства уверены в том, что теологии не надо бояться науки. Сама по себе наука нейтральна – она «не является ни теистической, ни атеистической». И ученые могут быть как верующими, так и неверующими людьми. Принадлежность к клану ученых не детерминирует наличие или отсутствие у них религиозной веры, и наука, как таковая, очевидно, не разрушает религию» (конец цитаты, С.А.).

Игумен Вениамин (Новик) из Санкт-Петербурга, современный православный философ, ставит проблему парадоксов в системе научного познания, которые возникают, когда оно (научное познание) ставит вопрос о первоначалах, например – вопрос о «Большом Космологическом Взрыве» по Г.Гамову. По гипотезе Г.Гамова «в прошлом существовал момент, когда вся Вселенная была сосредоточена в одной точке. Чисто психологически воспринять, что вся масса миллиардов галактик, каждая из которых примерно по 100 миллиардов звезд, была сконцентрирована в одной точке, разуму, воспитанному на механизмах казуальной атрибуции, не просто». Скорее это явление однопорядковое явление, которое приписывалось Богам, умеющим творить чудо» [15, с. 135]. И далее, со ссылкой на положение, сформулированное православным богословом В.Н.Лосским в работе [11, с. 94], что Церковь есть «средоточие Вселенной, в которой решается её судьба», обращает внимание на то, что «с утратой... этического аспекта знание становится информацией, свобода – вероятностью, греховность – недостатком совершенства, вечность – бесконечностью, а личность – частностью, а процесс познания – редукций целого к его «частям» (отголосок механистического мировосприятия)» [15, с. 146].

На **проблему целостности мироздания** обратил внимание православный религиозный деятель и основатель космической философии хозяйства С.Н.Булгаков, вводя необычную **категорию «метафизический коммунизм мироздания»** [1, с. 73]. Он указывает, что **сама «возможность потребления принципиально основана на метафизическом коммунизме мироздания, на изначальном тождестве всего сущего, благодаря которому возможен обмен веществ и их круговорот, и прежде всего предполагает единство живого и неживого, универсальность жизни»** [1, с. 73] (выдел. нами, С.А.).

Обсуждение

Размышляя о науке, подчеркнем – именно будучи православным философом, С.Н. Булгаков еще в 1912 году писал [1, с. 163]:

«...наука создается трудом, есть функция жизни. Потому и отношение между механизмами и его отражением в сознании, или наукой, очевидно, не выводит за его пределы, ломает его рамки. Знание, в частности систематизированное научное знание, как деятельность, никогда не имеет пред собой объект, есть постоянно осуществляемое тождество субъекта и объекта, переходящее... в выявляемую связь вещей, в логос мира» (выдел. нами, С.А.).

В работе «К критике гегелевской философии права» **Карл Маркс писал о религии как институте «утешения и оправдания» человека, с одновременной трансформацией человеческой сущности в «фантастическую действительность», потому что человеческая сущность не обладает истинной действительностью»** [13, с. 414] (выдел. нами, С.А.).

Превратная или «фантастическая действительность» порождается «товарно-фетишным» миром господства капитала и рынка, который с момента появления «Капитала» К. Маркса, мы назвали капитализмом, и за бытием которого скрывается растущее отчуждение человека от продуктов своего труда, затем – от своей сущности, и вслед за этим – от природы.

Коммунизм, как отрицание капиталистической формации и соответственно – рыночно-капиталистического отчуждения человека от своей сущности, есть поэтому, по К. Марксу [14, с. 116], «положительное упразднение частной собственности и в силу этого подлинное присвоение человеческой сущности человеком и для человека», и одновременно – «действительное разрешение противоречия между человеком и природой». И именно поэтому, в логике развертывания сущности коммунизма как подлинного очеловечивания человека и всей истории, и соответственно – как управляемой истории, Маркс ставит проблему о становлении единой науки, потому что коммунизм есть история общества, научно управляемая: в будущем «естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание, это будет одна наука» [14, с. 124]. И далее он добавляет: «Человек есть непосредственный предмет естествознания... А природа есть непосредственный предмет науки о человеке» [14, с. 124, 125].

Назовем вытекающую из формационной логики Маркса, составляющую «стержень» диалектического и исторического материализма, и соответственно марксизма, неотвратимость исторического наступления коммунизма и вместе с ним – единой науки о природе и человеке – марксовским императивом.

Удивительным, но одновременно – закономерным, фактом XX-го века, является то, что Социалистический Прорыв человечества начался именно из России в 1917 году [26], и вслед за Социалистическим Прорывом произошел 60 лет назад из России – СССР Космический Прорыв в виде полета Юрия Алексеевича Гагарина на советском космическом аппарате 12 апреля 1961 года. Это был триумф советского социализма и советской науки.

И в это же время, параллельно с созданием социализма в СССР, в 30-х – 40-х годах В.И. Вернадский создает новое, необычное для науки, синтетическое учение о переходе Биосферы в Ноосферу, как законе глобальной эволюции [2, 3]. Но В.И. Вернадский даже предполагать не мог, что выход человечества на уровень фактора, воздействующего на механизмы глобальной эволюции Биосферы, вызовет глобальный экологический кризис на рубеже 50-х – 60-х годов XX-го века, а к рубежу 80-х – 90-х годов XX века этот кризис по оценке автора, перейдет в первую фазу Глобальной Экологической Катастрофы [23].

Главная причина погружения человечества в «пучину» процессов глобальной экологической катастрофы – стихийная форма развития истории человечества, в последние столетия в виде рыночно-капиталистической системы.

XX-й век, в соответствии с разработанной автором теоретической системой Ноосферизма, есть «энергетическая революция» или «Большой Энергетический Взрыв» в социальной эволюции [23, с. 32 - 37], когда произошел благодаря научным открытиям и созданию технологий освоения энергетических ресурсов Земли скачок в энергетике воздействия мирового хозяйства на живое вещество и гомеостатические механизмы Биосферы на несколько порядков (приблизительно в среднем на 7 порядков). Здесь проявилась несовместимость стихийных регуляторов развития человечества (в основном за счет потребления негэнтропии, производимой Биосферой) и большой энергетики хозяйственного природопотребления, выражением которой и стал глобальный экологический кризис.

Какова главная причина? – По автору, на арену «стихийной истории» (на базе рынка, частной собственности, войн и эксплуатации и насилия) вышел открытый автором «**Закон интеллектно-информационно-энергетического баланса**», или, другое название, «**Закон опережения ростом лага упреждения последствий в долгосрочном стратегическом управлении роста энергетического воздействия социальной системы на Природу**» [19, с. 17], который формулируется так [19, с. 17]:

- чем больше со стороны социальной системы воздействие по своей энергетической мощи на природу, тем больше требуется лаг упреждения в прогнозировании негативных экологических последствий от этого воздействия, и

соответственно – тем более долгосрочным должно быть стратегическое управление будущим со стороны этой социальной системы, и тем более наукоемкими должны быть такое управление и олицетворяющая его власть.

Выход на арену Истории этого закона, открытого автором, есть одно из проявлений Большой Логике Социоприродной Эволюции [23], которая «заговорила» с человечеством на своем «языке» – «языке» процессов первой фазы Глобальной Экологической Катастрофы. Эти процессы развиваются стремительно, и вполне возможно, что переживаемая в 2020-21 гг. коронавирусная пандемия – одна из «реакций» «вирусно-микробного регулятора» в системе гомеостатических механизмов биосферы, как суперорганизма (одна из «реакций» метафизического коммунизма мироздания С.Н. Булгакова), на перешедшее экологические пределы рыночно-капиталистическое «давление» на неё.

Можно сформулировать теоретическое положение: введенный автором в теоретический дискурс **марксовский императив соединяется с биосферным императивом, как императивом выживания биосферы, переходящим в императив экологического выживания человечества на Земле, превращается по автору в ноосферный императив** (синтез ноосферного и социалистического императивов, как основу стратегии выживания России и человечества, автор впервые обосновал в 1990 году в работе [24]).

Единственная стратегия экологического спасения человечества на Земле в XXI веке, его выхода из Рыночно-Капиталогенного Экологического Туника Стихийной Истории в виде первой фазы Глобальной Экологической Катастрофы – это его переход к управляемой социоприродной эволюции на базе общественного интеллекта, научно-образовательного общества и Ноосферного Экологического Духовного Социализма.

Наступила Эпоха Великого Эволюционного Перелома как Эпоха Перехода Человечества от Стихийной рыночно-капиталистической парадигмы развития, которая подошла к «экологическому пределу», за которым – экологическая гибель человечества как биологического вида, - к научно-управляемой парадигме исторического развития, причем именно как управляемой социоприродной эволюции, с одновременным переходом от доминирования Закона Конкуренции и механизма естественного отбора к доминированию Закона Кооперации и механизма общественного интеллекта [18, 19, 23].

Косвенно этот вывод автора, ключевой для прогностического взгляда на будущее науки, религии и в целом человечества, подтверждается в вердиктах Б. Коммонера и Р. Гудленда, Г. Дейли и С. Эль-Серафи (в Докладе Мировому Банку).

Первый в работе «Замыкающийся круг» в начале 70-х годов XX века пришел к выводу [10], что технологии на базе частной собственности уничтожают главное богатство человечества – экосферу. Вторые в Докладе Мировому Банку в 1991 году указали на то, что «в условиях уже заполненной земной экологической ниши рыночный механизм развития экономики исчерпал себя» [6, с. 9]: Этот вывод В.А. Зубаков [6] усилил, показав что «стихийно-рыночный

самотёк» уже сопровождается эндоэкологическим отравлением на клеточном уровне живого вещества Биосферы (ростом поражения клеток радионуклидами, тяжелыми металлами, антропогенное-химическим воздействиями), которое может привести к 2050 году к массовой гибели высших животных, и человечества в том числе.

Вот почему автор указывает на императив, как часть императива экологического выживания человечества, ставящий перед религией и наукой как общественными институтами, императив их ответственности за переход к ноосферной парадигме развития человечества, за «Роды Действительного Разума» [25], т.е. переход из состояния «Разум-для-Себя» в состояние «Разум-для-Биосферы, Земли, Космоса».

Эпоха Великого Эволюционного Перелома – это, одновременно, эпоха экологического краха рынка, капитализма, либерализма как идеологии, обслуживающей капитализм, к началу XXI века ставший глобальным империализмом, и соответственно – эпоха краха принципа богоизбранности одного («богоизбранного») народа для господства над другими народами [21]. Этот «принцип богоизбранности народа» для оправдания его господства над другими людьми и народами, по своей сути империалистичен, призван оправдать колонизаторскую миссию такого народа. Он разъединяет людей и народы, а человечество нуждается в объединении. Автор в монографии «Исторический крах принципа богоизбранности народа для господства над миром в Эпоху Великого Эволюционного Перелома» показал, как этот принцип выполняет функции «источника религиозных войн» [21, с. 50 - 53], которые используются в своих стратегиях установления господства над ресурсами мира мировой финансовой капиталократией («хозяевами денег» по В.Ю. Катасонову [8]).

Наступил Экологический Конец «религии денег и капитализма» [17, с. 27]. По В.Ю. Катасонову «религия денег включает в себя [9, с. 150]: (1) «экономический догмат» – «установка на стяжение человеком благ, накопление богатства», «духовными источниками капиталистического стяжательства являются многочисленные страсти человека»; (2) «главная целевая установка на накопление богатства предполагает использование любых средств», в том числе средств, связанных с использованием «человеческих страстей и пороков (сребролюбие, гордыню, удовлетворение плотских прихотей, страсть к потреблению, обман, убийства, различные формы духовно-нравственного насилия и т.п.)»; (3) «догмат о «святости частной собственности»; (4) «социальный строй с направленностью на индивидуализм, разъединение людей и борьбу между собой».

Именно эта капиталорелигиозная природа «Западной цивилизации» сделала её, по признанию английского историка А.Дж. Тойнби, барьером на пути перехода человечества к стратегии выживания человечества на Земле, имя которой по автору – и есть «Ноосферизм» [23]. Он вынес такой приговор «Западной цивилизации» (и это положение важно еще и потому, что его вынес английский ученый-историк аристократического происхождения) [27, с. 597]:

«Запад способен гальванизировать и разъединять, но ему не дано стабилизировать и объединять... человечество не сможет достичь политического и духовного единства, следуя западным путём. В то же время совершенно очевидна насущная необходимость объединяться, ибо в наши дни единственная альтернатива миру – самоуничтожение...».

Возвращаясь к науке, и в целом к научно-техническому прогрессу, следует отметить, что находясь под управляющим воздействием «религии денег» (в определении В.Ю. Катасонова) или мировой финансовой капиталократии (по автору), которая функционирует как Глобальная Капитал-Мегамашина (управляемая мировыми потоками денег и финансового капитала) [21], и наука, и научно-технический прогресс, будучи частью диктатуры мировой капиталократии, превращаются в часть этой системы как механизма экологического самоуничтожения человечества. И в этом состоит суть современной трагедии человечества.

Наука нуждается в ноосферно-парадигмальной революции. Действует ноосферный императив соединения науки и власти. Государственная власть, как момент стратегии экологического выживания, и система государственного управления социально-экономическим развитием, а в XXI веке – государственного управления социоприродной эволюцией, должна стать ноосферно-научной.

Для этого наука должна стать ноосферной наукой. Академик В.П.Казначеев, поддержав концепцию Ноосферизма, представленную автором в монографии «Ноосферизм» в 2001 году, такую в «Думах о будущем» дал оценку «Ноосферизму» как стратегии развития науки и человечества [7, с. 28, 29]:

«Ноосферизмом (ссылка на работе автора [23]) мы называем такой синтез науки в формулировке К. Маркса (комментарий автора: см. выше определение «марксовского императива», С.А.), в котором объединяющим началом является повышение качества управления социоприродной эволюцией системы «Человечество-Биосфера-Земля», на базе общественного интеллекта и образовательного общества.

Хотя Вернадский категориями общественного интеллекта, коллективного разума не пользовался, но генезис этих категорий в его «мыслях натуралиста» просматривается...

В «Ноосферизме» (2001) показано, что понятие ноосферного будущего человечества может быть правильно осознано на основании новой парадигмы эволюционизма..., которая позволяет осознать механизмы своеобразного «оразумления» Космоса, неизбежно приводящие к появлению человеческого разума на Земле.

Задача отечественных ученых – довести дело развития учения о ноосфере В.И. Вернадского до ноосферогенетического синтеза всех наук, имя которому – ноосферизм» (конец цитаты).

Дискуссии, противостояние, а где-то – кооперация, союз – между наукой и религиями мира, которые приобретали драматические и трагические формы

вместе со всей стихийной парадигмой развития на базе «Мира войн, эксплуатации и насилия», столкнулись, как и все человечество в целом, с Природой, как «Субъектом», предъявившим Человечеству Ультиматум:

- или переход к ноосферной парадигме развития (означающий собой переход Биосферы в Ноосферу) в виде управляемой социоприродной эволюции, обеспечивающей прогрессивное развитие всей Мегасистемы Жизни – Биосферы на Земле,
- или экологическая гибель человечества уже в XXI веке.

Выводы

«Наука» и «Религия» должны объединиться на основе Ноосферизма как нового пути развития, поднявшись в своем самосознании на уровень Ответственности за Будущее не только Человечества, но и всей Мегасистемы Жизни на Земле, с одновременным Отказом от «религии денег», капитализма, рынка, индивидуализма, института частной капиталистической собственности, – и с Участием в строительстве Ноосферного Экологического Духовного Социализма. Альтернатива этому – их «исчезновение» вместе с человечеством с «лица» Земли вследствие экологической гибели, и тогда какой-нибудь представитель других космических разумных цивилизаций, попав на Землю, с грустью будет констатировать, как это было написано в фантастическом романе ученого-палеонтолога, сторонника учения о ноосфере В.И. Вернадского И.А. Ефремова «Час быка». В этом романе, в «Прологе» представлена сцена урока в одной из школ на Земле, когда установилась на ней «Эра Встретившихся Рук», т.е. Эра доминирования Закона Кооперации по автору. Юноша Ларк задаёт Учителю вопрос [5, с. 7]:

«– Правильно ли сказать, что весь исторический опыт утверждает неизбежную победу высших форм над низшими как в развитии природы, так и в смене? – начал юноша.

– Правильно, Ларк, если исключить особенные стечения обстоятельств, которые очень редки, как всё то, что выходит за границы великого диалектического процесса усреднения, – ответил учитель.

– Например, случай с Зирдой, чьи мертвые развалины поросли черными маками? – спросила Пуна, вытягиваясь во весь невысокий рост.

– **Или другие, открытые позже планеты,** – добавил учитель, – где есть все для жизни»: голубой свод могучей атмосферы, прозрачное море и чистые реки, тёплое светило. Но ветры перевивают мёртвые пески, и их шум вместе с шумом моря или грозы – единственные звуки, нарушающие безмолвие громадных пустынь. **Мыслящая жизнь в диком заблуждении убила себя и всё живое, едва прикоснувшись к мощи атома и космоса»** (конец цитаты; выдел. мною, С.А.).

Наука и религия должны объединиться на основе стратегии экологического выживания человечества в XXI веке, чтобы в XXI веке не произошла экологическая гибель Человеческого Разума из-за его «дикого заблуждения», рождаемого погоней за наживой и «диктатурой кажимости» [20]. **И ми-**

ровоззренческой базой для объединения их усилий, способствования планетарной кооперации народов-этносов, становлению ноосферного союза цивилизаций на Земле – является, по автору, Ноосферим.

Качество объединения усилий науки и религии в реализации стратегии перехода к Ноосферизму, как новому пути развития, **будет проверяться качеством управления социоприродной эволюцией, которое возможно только на базе социализма нового качества – Ноосферного Экологического Духовного Социализма.** Марксовский императив и «метафизический коммунизм мироздания» С.Н. Булгакова обретают ноосферное содержание – и в этом своем качестве есть подлинное «присвоение сущности человека человеком и для человека» (см. определение коммунизма Марксом, данное выше) и подлинное разрешение противоречия между человеком и природой! Это надо осознать всем: и ученым, и экспертам, и верующим, и служителям разных религиозных культов, и тем, кто относит себя к «правлящим элитам» в странах мира.

Литература

- [1] *Булгаков С.Н.* Философия хозяйства. – М.: Наука, 1990. – 412с.
- [2] *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука, 1991. – 271с.
- [3] *Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. – М.: Наука, 1988. – 520с.
- [4] Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. – М.: Наука, 1989. – 400с.
- [5] *Ефремов И.А.* Час быка. Научно-фантастический роман/ Послеслов. Е.М. Неёлова. – Кострома: Карелия, 1991. – 430с.
- [6] *Зубаков В.А.* Эндозоологическое отравление и эволюция: стратегия выживания (К саммиту ООН «Рио+10»). – СПб.: 2002. – 85с.
- [7] *Казначеев В.П.* Думы о будущем. Рукописи из стола. – Новосибирск: «Издатель», 2004. – 208с.
- [8] *Катасонов В.Ю.* Закат эпохи либерализма. Хроника финансового Апокалипсиса (Серия «Финансовые хроники профессора Катасонова»). (Выпуск VIII). – М.: Книжный мир, 2019. – 512с.
- [9] *Катасонов В.Ю.* Капитализм. История и идеология «денежной цивилизации»/ Научный редактор – О.А.Платонов – М.: Ин-т русской цивилизации, 2013. – 1072с.
- [10] *Коммонер Б.* Замыкающийся круг. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280с.
- [11] *Лосский В.Н.* Мистическое богословие// Богословские труды. – 1972. - №8
- [12] *Львов В.Е.* Жизнь Альберта Эйнштейна. – М.: Изд-во «Молодая гвардия», 1959. – 382с.
- [13] *Маркс К., Энгельс Ф.* Собр. соч., т.1.
- [14] *Маркс К., Энгельс Ф.* Сочинения, т. 42
- [15] О первоначалах мира в науке и теологии/ Сборник статей (даны в авторской редакции). – СПб.: Изд-во «Петрополис», 1993. – 368с.
- [16] Планк М. Единство физической картины мира. – М.: Наука, 1966. – 288с.

- [17] *Субетто А.И.* Будущее «великого раскола» христианства в логике действия ноосферного императива: научно-философский очерк/ Под науч. ред. д.ф.н, проф. Л.А. Зеленова. – СПб.: Астерион, 2017. – 92с.
- [18] *Субетто А.И.* Вирус и ноо-космо-номогенез (развитие теоретических основ Ноосферизма)/ Под науч. ред. д.э.н., проф. В.А.Шамахова. – СПб.: Астерион, 2021. – 92с.
- [19] *Субетто А.И.* Грядущий ноосферный синтез науки и власти (восемь положений-теорем)/ Под науч. ред. д.ф.н., проф. Л.А.Зеленова. – СПб.: Астерион, 2016. – 44с.
- [20] *Субетто А.И.* Диктатура кажимости на фоне рыночного экоцида основ жизни России и человечества на Земле: научно-философский очерк/ Под науч. ред. президента Академии гуманитарных наук д.э.н., проф. В.Т.Пуляева. – СПб.: Астерион, 2021. – 28с.
- [21] *Субетто А.И.* Исторический крах принципа богоизбранности народа для господства над миром в Эпоху Великого Эволюционного Перелома: монография/ Под ред. президента Петровской академии наук и искусств д.ф.н., проф. А.В. Воронцова. – СПб.: Астерион, 2019. – 134с.
- [22] *Субетто А.И.* Капиталократия и глобальный империализм – СПб.: Астерион, 2009. – 572с.
- [23] *Субетто А.И.* Ноосферизм. Том первый. Введение в ноосферизм. – СПб.: КГУ им. Н.А.Некрасова, КГУ им. Кирилла и Мефодия, 2001. – 537с.
- [24] *Субетто А.И.* Опережающее развитие человека, качества общественных педагогических систем и качества общественного интеллекта – социалистический императив. – М.: Исследоват. центр управл. кач-вом под-ки спец-ов Госкомвуза СССР, 1990. – 86с.
- [25] *Субетто А.И.* Роды Действительного Разума/ Под науч. ред. д.ф.н., проф. Л.А. Зеленова. – СПб.: Астерион, 2015. – 200с.
- [26] *Субетто А.И.* Уроки ленинского этапа развития марксизма: научный доклад на Пленуме ЦС РОО «Российские ученые социалистической ориентации» (Москва, 25 ноября 2020 года)/ Под науч. ред. д.ф.н., проф. А.В. Воронцова. – СПб.: Астерион, 2020. – 36с.
- [27] *Тойнби А.Дж.* Постижение истории/ Пер. с англ. сост. Огурцов А.П. – М.: Прогресс, 1991. – 736с.

S u m m a r y. The article reveals the problem of combining the efforts of science and religion as public institutions on the basis of the strategy of ecological survival of mankind in the XXI century. Discussions and disputes between scientists and representatives of different religious cults lose their meaning in many respects in the face of the threat of the market-capitalist (on ecological grounds) self-destruction of mankind. The basis for the unification of science and religion in the Common Cause of the ecological salvation of mankind as a biological species on Earth is Noospherism

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОНТЕНТА УЧЕБНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПЕРЕХОДЕ УНИВЕРСИТЕТОВ НА ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ

О.А. Хлебосолова¹, А.Н. Гусейнов²

МГРИ, г. Москва, ¹o.hlebosolova@mail.ru ²amirnurgus@mail.ru

TRANSFORMATION OF THE CONTENT OF EDUCATIONAL GEOGRAPHICAL DISCIPLINES DURING THE TRANSFER OF UNIVERSITIES TO DISTANCE LEARNING

O. A. Khlebosolova¹, A.N. Huseynov²

MGRI, Moscow

Аннотация. В статье обсуждаются основные тренды трансформации учебного контента в условиях цифровизации высшего образования и их влияние на деятельность педагога и модернизацию учебных дисциплин при переходе на дистант. Представлен анализ основных направлений обновления учебного контента географических дисциплин, прочитанных авторами в 2020-2021гг. в МГРИ и результаты интервьюирования студентов о результативности нововведений. Сформулированы методические условия, обеспечивающие повышение эффективности учебного контента в условиях дистанционного формата обучения.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, радиоактивные отходы, многолетнемерзлые породы, талик электронная информационно-образовательная среда.

Введение

В марте 2020 года большинство университетов России были переведены на дистанционный формат обучения из-за ухудшения эпидемиологической ситуации. По мнению большинства экспертов, при всех организационно-технических и иных проблемах первого этапа, в стране произошла стремительная цифровизация высшего образования. Согласно статье 16 Федерального Закона «Об образовании в Российской Федерации», для реализации образовательных программ в дистанционном формате в университете должны быть созданы специальные условия. К их числу относится наличие электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя комплекс цифровых ресурсов, информационных и телекоммуникационных технологий, технологических средств, обеспечивающих освоение учебных дисциплин в полном объеме, независимо от места нахождения обучающихся [3].

Стартовая готовность российских вузов к быстрой и всеобъемлющей цифровой трансформации имела существенные различия, прежде всего, по накопленному к этому моменту опыту работы на дистанте и состоянию электронной информационно-образовательной среды университета, включая учебный контент. Образно говоря, профессиональное педагогическое сообщество и обучающиеся, как главные действующие лица образовательного процесса,

были вовлечены в массовый педагогический эксперимент, итоги которого нам еще предстоит подвести. Вместе с тем, можно с уверенностью сказать, что возвращение к смешанному и традиционному (очному) формату обучения, не вернет нас в прошлое, поскольку многие изменения оказались необратимы и эффективны. Появились новые возможности, ресурсы, педагогические подходы, благотворно влияющие на результаты обучения студентов, которые целесообразно всемерно развивать.

Объекты и методы

Целью данного исследования стало сравнение исходного и обновленного в период дистанционного обучения контента курсов по географическим дисциплинам бакалавриата МГРИ по направлению «Экология и природопользование», и его оценка студентами.

Для проведения сравнительного анализа учебного контента до и после нововведений были выбраны следующие дисциплины: «География», «Почвоведение», «Биогеография» «Геохимия окружающей среды». В ходе анализа основное внимание уделялось модернизации учебно-методических комплексов, включая: (1) Содержание и методику изложения теоретического (лекционного) материала; (2) Внешние ссылки, медиаресурсы, гибкие курсы; (3) Инструменты оценивания (задания, тесты, средства проведения промежуточной аттестации); (4) Методические руководства, тренажеры, рекомендации; (5) Мотивационные проекты, внеучебная деятельность, обеспечение тьюторской помощи.

Важным объектом изучения стал так называемый «цифровой след», включающий работы студентов по каждому курсу, представленные ими в stud.mgri – электронной информационно-образовательной среде вуза [1].

Оценка результативности «новаций» осуществлялась в рамках перечисленных выше учебных дисциплин на основе интервьюирования студентов 1–3 курсов экологического факультета Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (в общей сложности более 180 человек).

Обсуждение результатов

Материалы проведенного исследования указывают на наличие наиболее значимых по своей результативности нововведений в учебный контент (с позиции преподавателей и студентов). Они не связаны с конкретным элементом цифрового учебно-методического комплекса или какой-то конкретной учебной дисциплиной, но объединяют их все общей направленностью изменений

[3]. Основные векторы изменений следуют главным трендам цифрового образования;

1. Существенное и резкое усиление роли самостоятельной работы студента в овладении учебным материалом для достижения планируемых результатов освоения программы.

2. Расширение границ учебного контента за счет ссылок на дополнительные ресурсы (видеоматериалы, учебники, базы данных, включая ГИС).

3. Использование новых инструментов оценивания учебных достижений студентов, перенос «центра тяжести» с итоговых форм проверки результатов на процессуальные (в течение семестра при строгом соблюдении временных ограничений).

4. Персонализация обучения, построение индивидуальной образовательной траектории на основе выполнения заданий с альтернативным сценарием решения.

5. Поддержка преподавателя и взаимопомощь студентов в ходе совместного неформального общения (в он-лайн аудиториях) во внеучебное время при выполнении проектов по географическим дисциплинам, участие в которых добровольно.

В ходе интервьюирования были выявлены наиболее ценные, по мнению студентов, нововведения в учебный контент. К их числу относится, прежде всего, создание преподавателем (иногда совместно со студентами) специальных методических «пошаговых руководств» для освоения учебного контента, в том числе в видеоформате. Это методические рекомендации по организации чтения, поиску информационных и картографических ресурсов, баз данных, подготовке инфографики с использованием разнообразных программных продуктов, а также краткие видеоинструкции (разъяснения) преподавателем особенностей выполнения практических работ, построения картосхем и других геоизображений. Особенно ценным, по отзывам студентов, нововведением стала разработанная экспериментальная система суммирующего оценивания, которую студенты переименовали в «мотивирующую», так как она поддерживала постоянный интерес к занятиям и высокий темп обучения в семестре. Своевременная и качественная сдача текущих работ позволила студентам получить дополнительные преференции на экзаменах и зачетах, что существенно помогало им в мотивации своей учебной деятельности на дистанте.

Литература

- [1] Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе: Электронно-образовательная среда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stud.mgri.ru/> (дата обращения 25.02.2021).
- [2] Статья 16: Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий // Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/9ab9b85e5291f25d6986b5301ab79c23f0055ca4/ (дата обращения 25.02.2021).
- [3] *Хлебосолова О.А.* Инновационный урок географии: Теория и методика обучения и воспитания. – Волгоград: Изд-во «Учитель», 2020. – 112 с.

S u m m a r y. This article presents the main directions of modernization of the educational content of geographical disciplines, read by the authors at MGRI in the period 2020-2021. The effectiveness of innovations is estimated on the basis of interviewing students.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS
AND METHODS OF RESEARCH

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

В.М. Анохин¹²³, Д.С. Дудакова², А.О. Аксенов⁴⁵, М.О. Дудаков²

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург,

²Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург,

³Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru

⁴ФБГУ ААНИИ, г. Санкт-Петербург,

⁵СПбГУ, г. Санкт-Петербург

DISTRIBUTION OF SURFACE BOTTOM SEDIMENTS IN THE NORTHERN PART OF THE LADOGA LAKE

V.M. Anokhin¹²³, D.S. Dudakova², A.O. Aksenov⁴⁵, M.O. Dudakov²

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg,

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg,

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

⁴Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg,

⁵St. Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Проведено изучение распространения донных отложений в северной части Ладожского озера, включавшее донный пробоотбор по субрегулярной сети станций и подводную фотовидеосъемку на ряде полигонов. По результатам этого изучения составлена схематическая карта распространения донных отложений северной части Ладожского озера. При составлении карты использовались цифровые модели рельефа дна озера и построения предшественников. Выявлен ряд особенностей распространения приповерхностных осадков в этом районе.

Ключевые слова: донные отложения, Ладожское озеро, донный пробоотбор, рельеф, песок, алеврит, пелит.

Введение

Распространение донных отложений Ладожского озера изучается длительное время. Исследования проводились многими организациями, в частности, ВСЕГЕИ, Севзапгеология, ВНИИОкеангеология, ИНОЗ РАН, Институт водных проблем РАН и многие другие.

В числе наиболее значимых обобщающих публикаций по данной тематике можно упомянуть работы Н.И. Семеновича [11], С.В. Калесника [7], А.В. Амантова и М.Г. Амантовой [1], сборник ВНИИОкеангеология «Геоэкология Ладожского озера», монографии и атласы ИНОЗ РАН [8, 9, 10], карту донных осадков из комплекта ГГК-1000 [5], и другие работы, в частности [12]. Авторы также имеют несколько публикаций, относящихся к данной теме [2, 3, 4, 14].

С течением времени совершенствуются методики изучения донных осадков, появляются новые инструменты исследования, такие, как подводная фотовидеосъемка, спутниковая привязка и другие, позволяющие существенно актуализировать существующие литологические построения. В течение нескольких последних лет сотрудники ИНОЗ РАН проводили изучение донных отложений Ладожского озера, в частности, в 2019 г. были осуществлены площадные работы в северной части озера (при участии сотрудников ААНИИ – СПбГУ). Данная публикация в существенной степени является развитием статьи 2020 г. [2], в которой давались предварительные результаты обработки данных донного пробоотбора 2019 г.

Методика

Исследования проводились с борта научно-исследовательского судна «Посейдон» водоизмещением 100 т, специализированного для научных исследований на акваториях. Отбор проб производился прямооточной трубкой Лаури-Ниесте по субрегулярной сети станций, примерно через 4 км вдоль ряда субпараллельных профилей ВСВ простирания, расположенных примерно через 5-6 км. В районах с однородными осадками сеть разрежалась до 8-12 км.

На 20-ти станциях производилось визуальное изучение дна с помощью подводных аппаратов «Limnoscout», созданных в ИНОЗ РАН. Все станции и точки пробоотбора сопровождалось эхолотным промером с помощью судового эхолота и привязкой с помощью GPS-навигатора GARMIN GPSmap78. [2].

При составлении схематической карты распространения донных отложений в северной части Ладожского озера использовались следующие методические приемы. Известно, что распространение донных осадков тесно связано с рельефом дна. Поэтому данные пробоотбора и подводной фотовидеосъемки, нанесенные на схему северной части Ладожского озера, сопоставлялись с наиболее подробными из существующих батиметрических основ, составленных на основании цифровых моделей рельефа М.А. Науменко [13] и С.Н. Юдина, Д.С. Дудаковой. При построении границ распространения разных типов донных отложений учитывались формы рельефа, дальность от вероятных районов сноса, уклоны склонов и воздействие связанных с ними склоновых процессов и пр. Также учитывались построения предшественников – в основном схемы донных отложений Н.И. Семеновича [11] и карта донных осадков из комплекта ГГК-1000 [5].

Следует учитывать, что в данной карте используются визуальные определения и описания донных отложений. Это довольно точные описания, вполне однозначно выделяющие основные типы осадков – крупнообломочные отложения, пески, алевролиты и пелиты, их цвет и текстуру. Однако в дальнейшем предполагается проведение гранулометрического анализа проб для выделения более точных и дробных градаций типов осадков, что может привести к существенной коррекции карты.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 изображена схематическая карта распространения донных отложений в северной части Ладожского озера. На ней отчетливо видна основная структура распространения различных типов осадков.

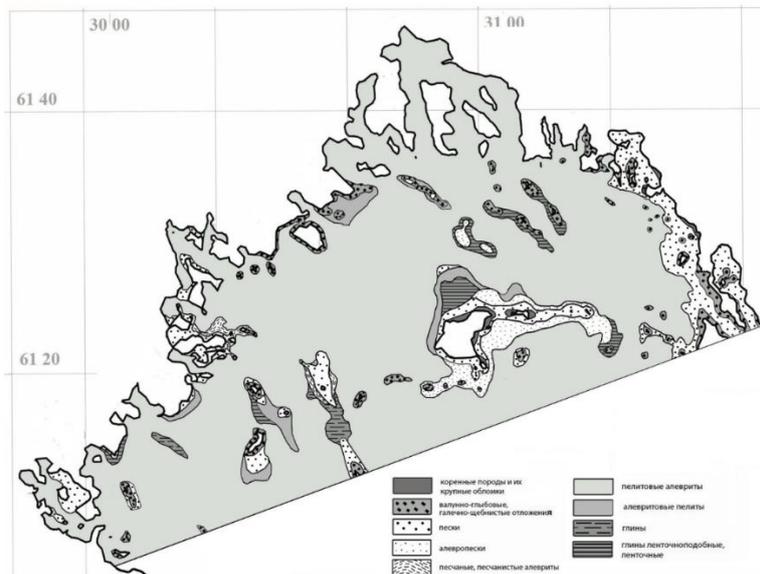


Рис. 1. Схематическая карта распространения донных отложений в северной части Ладожского озера.

Основную площадь занимает обширное поле пелитовых алевроитов, обычно бежево-серого цвета, распространяющееся на весь диапазон глубин от самых глубоких впадин глубиной более 200 м севернее о. Валаам до прибрежных зон фиардов, где эти осадки были обнаружены на глубине 8 м. Это – современные отложения, покрывающие собой большую часть ладожского дна, там, где условия осадконакопления позволяют накапливаться обычно довольно рыхлым и обводненным осадкам.

Донные отложения других типов распространяются в основном ближе к берегам озера и его островов. Алевроитовые пелиты (обычно светло-серого цвета), занимая в разрезе предположительно более глубокое положение, чем вышеописанные пелитовые алевроиты, выходят на поверхность дна на бортах котловин, ограничиваемых грядами. Это может говорить об особенностях более глубокого строения осадочного чехла, при котором котловины заполнены современными пелитовыми алевроитами, а борта этих котловин сложены более древними осадками – светло-серыми алевроитовыми пелитами и подстилающими их ленточноподобными и ленточными глинами (возможно, верхней частью отложений Балтийского ледникового озера позднелейстоценового возраста).

На дне Ладожского озера проявляется также обычная для крупных водоемов с коренными берегами глубинная зональность распространения донных отложений: коренные породы – крупнообломочные – среднеобломочные – мелкообломочные – тонкообломочные. Однако в ряде районов эта зональность осложняется гляциальными отложениями последнего валдайского оледенения, что хорошо видно на примере северо-восточной

прибрежной зоны, где явно ледниковые валунно-глыбовые отложения распространены на больших глубинах и на значительном удалении от береговой линии.

Интересно положение донных осадков на крупном уступе северного подводного склона о. Валаам. Сам уступ по данным пробоотбора сложен ленточноподобными и ленточными глинами, а в его подножии обнаружены светло-серые пелиты и пески, которые в разрезе должны занимать более высокое положение, чем глины. Это явление можно объяснить склоновыми процессами, в частности, гравитационным сползанием более мобильных осадков с верхней части уступа к его подножию.

В дальнейшем планируется составить карту донных отложений на все Ладожское озеро с выделением псефитовых и тонкозернистых типов осадков гранулометрическим анализом.

Выводы

Проводимые специалистами ИНОЗ РАН исследования распространения донных отложений Ладожского озера уже на раннем этапе привели к значимым результатам, в частности, к построению схематической карты распространения донных отложений в северной части Ладожского озера.

Подтверждены, а в ряде случаев впервые выявлены такие особенности строения верхней части донных отложений Ладоги, как: - заполнение современными пелито-алевритовыми отложениями мелководных зон во фиардах северного побережья озера без существенного накопления прибрежных осадков; - довольно широкое распространение светло-серых пелитовых осадков и подстилающих их ленточноподобных и ленточных глин на бортах котловин; - распространение валунно-глыбовых отложений у северо-восточных берегов озера на значительные глубины и расстояние от береговой линии, что объясняется ледниковым переносом; - уступ на северном подводном склоне Валаамского архипелага по-видимому сложен в основном ленточными глинами, а его подножие – светло-серыми пелитами с участками песков, которые здесь нарушают последовательность смены отложений по разрезу, что может быть объяснено склоновыми процессами.

Донный пробоотбор по предложенной методике предполагается продолжить до полного покрытия сетью станций всей акватории озера. После этого планируется создание карты донных осадков всего Ладожского озера.

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В., Амантова М.Г.* Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения, № 59, 2014. С. 5-14.
- [2] *Анохин В.М., Дудакова Д.С.* Предварительные результаты изучения поверхностных донных отложений в северной части Ладожского озера в 2019 году. / География: развитие науки и образования. СПб.: 2020. С. 80-85.
- [3] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О.* Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата // Геоморфология. 2019. № 1. С. 25-38.
- [4] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015 – 2019 гг. // Мат. Межд. конф. (Школы) морской геол. М., ИОРАН, 2019.
- [5] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Литологическая карта поверхности дна акваторий. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
- [6] История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д.Д. Квасов, Г.Г. Мартинсон, А.В. Раукас. Л.: Наука, 1990. 280 с.
- [7] *Калесник С.В.* Ладожское Озеро. Гидрометеиздат. Л., 1968. Система Великих озер Европы. Бассейн Ладожского озера. 149 с.
- [8] Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [9] Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин, Н.А. Нестеров. СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.
- [10] *Поздняков Ш.Р.* Проблемы расчета и измерения характеристик наносов в водных объектах. С-Пб., ЛЕМА. 2012. 226 с.
- [11] *Семенович Н.И.* Донные отложения Ладожского озера. М – Л-д., Наука, 1966. 124 с.
- [12] *Lebas E., R. Gromig, S. Krastel et. al.* Pre-glacial and post-glacial history of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia - Evidence from Lake Ladoga. Quaternary Science Reviews 251 (2021) 106637. P. 1-17.
- [13] *Naumenko M.A.* Lake Ladoga digital bathymetric models: development approaches and insight for limnological investigations. Limnological Review 20 (2). – 2020. – P. 65-80.
- [14] *Anokhin V., Dina Dudakova, Mikhael Dudakov, Vladimir Rybakin, Mikhael Naumenko, and Vladimir Ulitchev.* The results of geological and geomorphological studies of the bottom and shores of Lake Ladoga 2015-18 years // Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU 2019-2198-1, 2019 EGU General Assembly 2019.

S u m m a r y. Researchers from INOZ RAS carried out a study of the distribution of bottom sediments in the northern part of Lake Ladoga, which included bottom sampling from a subregular network of stations and underwater photo and video filming at a number of polygons. Based on the results of this study, a schematic map of the distribution of bottom sediments in the northern part of Lake Ladoga was created. When creating the map, digital models of the relief of the lake bottom and the construction of predecessors were used.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ДНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

В.М. Анохин¹²³, А.Ю. Егоров¹, А.О. Аксенов⁴⁵, Д.С. Дудакова²,

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

²Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург

³Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru

⁴ФБГУ АНИИ, г. Санкт-Петербург

⁵СПбГУ, г. Санкт-Петербург

SOME PROBLEMS OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF THE LADOGA LAKE BOTTOM

V.M. Anokhin¹²³, A.Y. Egorov¹, A.O. Aksenov⁴⁵, D.S. Dudakova²

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg,

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

⁴Arctic and Antarctic research Institute, St. Petersburg

⁵St. Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация Проведен краткий сравнительный анализ нескольких батиметрических основ и геоморфологических схем дна Ладожского озера. Обозначены их достоинства и недостатки. Сделаны выводы о возможных путях преодоления проблем геоморфологического картирования дна Ладожского озера.

Ключевые слова: рельеф, батиметрия, геоморфология, картирование, Ладожское озеро.

Введение

Изучением рельефа дна Ладожского озера занимался ряд организаций, в числе которых значительный вклад внесли ВСЕГЕИ, Севзапгеология, ВНИИОкеангеология, ИНОЗ РАН, АНИИ, СПбГУ, Институт водных проблем РАН и многие другие.

Результаты исследований были опубликованы в многочисленных статьях и монографиях, в частности, таких, как работы С.В. Калесника [10], А.В. Амантова [1, 2], сборник ВНИИОкеангеология «Геоэкология Ладожского озера» [7], сборник под редакцией Г.С. Бискэ [12], один из томов многотомника «Истории озер СССР», посвященный Ладожскому озеру [9], ряд монографий и атласов, созданных ИНОЗ РАН [11, 13], геоморфологическая схема из комплекта ГКК-1000 [8], и другие работы, в т.ч. [17]. Авторы также имеют несколько публикаций, относящихся к данной теме [3, 4, 5, 6, 15, 16].

Современные геоморфологические картографические построения по дну Ладожского озера сталкиваются с рядом проблем, среди которых наиболее серьезными представляются проблемы методологии, выбора масштаба, батиметрической основы и форм картографического представления результатов.

Данная публикация имеет основной целью охарактеризовать эти проблемы, что, на взгляд авторов, может способствовать качественной актуализации геоморфологических построений по дну Ладожского озера.

Объект и методика

Дно Ладожского озера имеет довольно сложный рельеф, особенно в своей северной части, расположенной в пределах Балтийского кристаллического щита. Рельеф дна здесь имеет высокую степень расчлененности (перепады глубин 100-200 м) и характеризуется преобладанием линейно – вытянутых форм рельефа в основном северо-западного простирания.

При движении на юго-восток склоны кристаллического щита полого погружаются под осадочный чехол Русской платформы, кристаллические породы перекрываются все более мощной толщей осадочных рифейских, вендских и фанерозойских отложений. Рельеф становится менее расчлененным (перепады глубин 1-10 м). Формы теряют четкую направленность и линейность.

В настоящее время существует ряд карт и схем геоморфологического содержания, более, или менее успешно отражающих особенности рельефа дна Ладоги.

В данной публикации предпринята попытка сравнительного анализа некоторых из них для выделения наиболее отвечающих задачам геоморфологического картографирования дна Ладожского озера методических приемов.

Результаты и обсуждение

Первая проблема, с которой сталкивается построение геоморфологической карты – выбор батиметрической основы. В настоящее время в поле зрения авторов имеется три основных варианта цифровой модели рельефа (ЦМР) дна Ладожского озера. Это ЦМР, разработанная в ИНОЗ РАН (М.А. Науменко [14, 19]), модель, созданная во ВСЕГЕИ (А.В. Амантов) и ЦМР, составленная специалистами ГУП РК «Карельская ГЭ» в сотрудничестве с ИНОЗ РАН (С.Н. Юдин, Д.С. Дудакова).

Каждая из этих моделей имеет достоинства и недостатки. Они несколько различаются подходами к построению, количеством базовых точек с фиксированными глубинами, степенью детализации в разных районах озера, информацией по береговой зоне и пр.

При всех различиях между рассматриваемыми ЦМР, судя по построенным на их основе батиметрическим картам, все три модели близки по информативности. Тем не менее, карты и схемы, построенные на разных основах, могут существенно отличаться друг от друга.

На рис. 1 приводятся 4 варианта геоморфологических схем (общих видов) дна Ладожского озера [2, 6, 8, 15]. Построение первой из них изначально было ориентировано на масштаб 1:500 000, три другие - на масштаб 1:1 000 000, что отразилось на насыщенности схем информацией. Схемы А и Б составлены на основе ЦМР М.А. Науменко, В и Г – на основе ЦМР А.В. Амантова. У всех этих схем имеется нечто общее – хорошо отделяются друг от друга северная существенно денудационная и южная в основном аккумулятивная части дна озера с некоторой переходной зоной; у всех имеется зона развития сильно

пересеченного линейного грядово-ложбинного рельефа на севере и пологая равнина на юге.

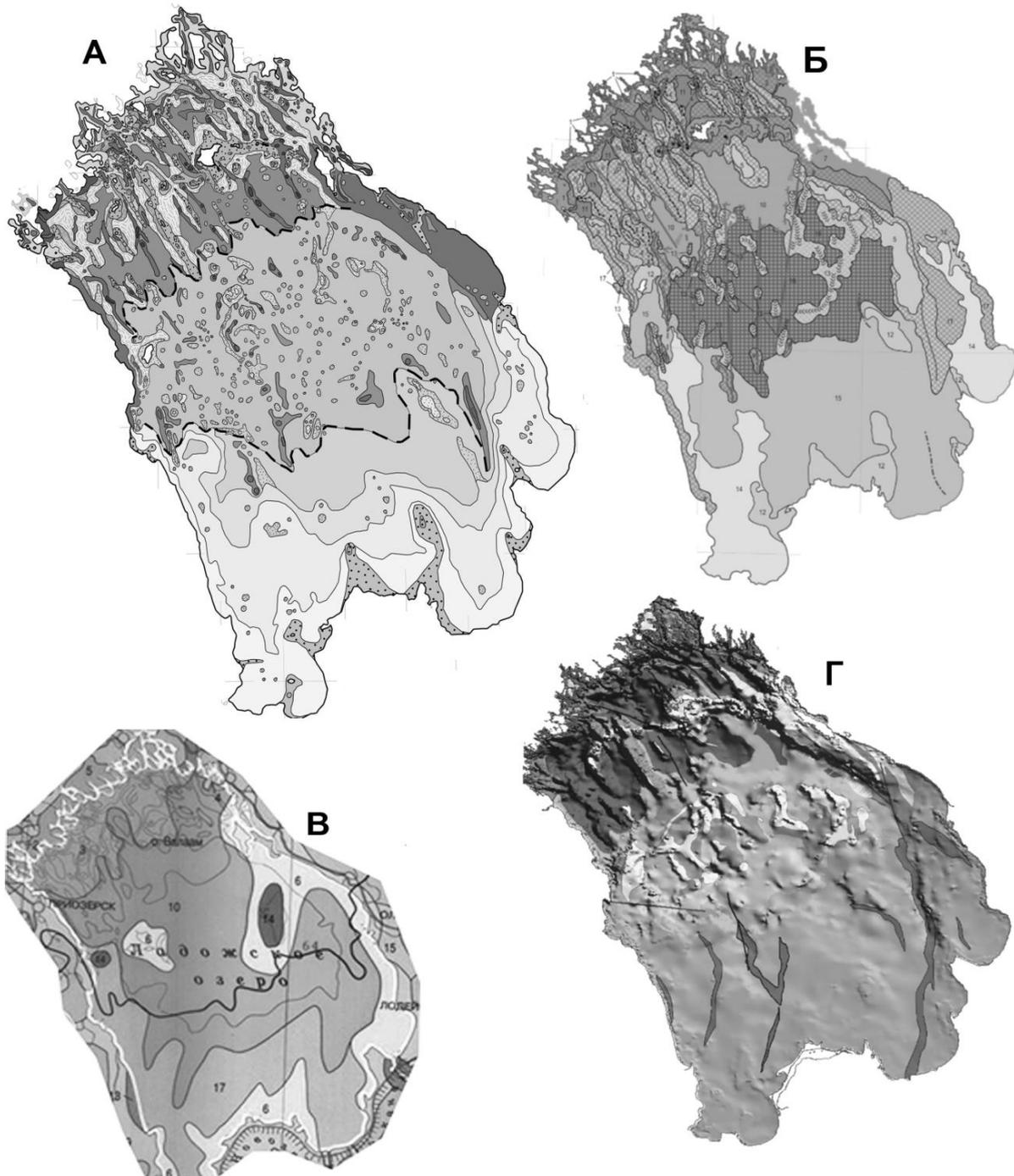


Рис. 1. Сопоставление различных геоморфологических построений по дну Ладожского озера (общие виды):

А - геоморфологическая карта В.М. Анохина и др., 2016 [6], Б – геоморфологическая схема А.О. Аксенова и др., 2020 [15], В – геоморфологическая схема из комплекта ГГК-1000/3 2015 [8], Г – схема геоморфологических типов рельефа А.В. Амантова, М.Г. Амантовой [2].

Однако и различий между схемами довольно много. Одно из наиболее важных – резкое предпочтение морфометрического подхода в ущерб генетическому в схеме А и наоборот, крайне слабое использование особенностей и форм реально существующего донного рельефа и преобладание генетического подхода в схеме В. Наиболее совершенной здесь представляется схема Б, где оба подхода применяются в относительно взвешенном сочетании.

Схема В значительно менее информативна, чем прочие, хотя и привязана к тому же масштабу 1:1 000 000. Это объяснимо, если учесть, что Ладожское озеро на данной схеме является фрагментом значительно более обширной площади листов ГГК-1000 Р-35,36, на которую составлена общая геоморфологическая схема. На схеме В выделены лишь зоны распространения типов рельефа без выделения отдельных, даже крупных форм и без видимой прямой связи с батиметрией.

Наибольшим сходством между собой обладают схемы А и Г (несмотря на различные батиметрические основы), поскольку при составлении этих схем использовался преимущественно морфометрический подход. В схеме Г, в отличие от прочих, авторы выделили сеть крупных погребенных долин в южной части дна, что, как и применение авторами теневого рельефа значительно обогащает геоморфологическую картину юга Ладожского озера.

Из вышеизложенного краткого сравнения видно, что рассмотренные 4 геоморфологические схемы дна Ладожского озера имеют существенные различия в подходах к их составлению, исходном материале и методических приемах. Не вполне ясно, какой схемой лучше руководствоваться при рассмотрении геоморфологических особенностей дна Ладожского озера. Интересен тот факт, что все 4 схемы были изданы в период с 2014 по 2019 гг., т.е. практически в течение последних 5-ти лет. Коллективы специалистов работали в существенной мере параллельно, без серьезной связи друг с другом. Возможно, назрела потребность в более тесном сотрудничестве различных авторских групп, а может быть и объединении ресурсов этих групп для построения новой геоморфологической карты не мельче масштаба 1:500 000 с соответствующим информационным насыщением.

Выводы

Краткое сравнение 4-х существующих геоморфологических схем дна Ладожского озера выявило несколько проблем методического характера, в т.ч. проблему рационального соотношения морфометрического и генетического подходов, выбора батиметрической основы, адекватной масштабу информационной насыщенности и др. Однако наиболее серьезной представляется проблема разобщенности групп специалистов, параллельно разрабатывающих одну тему. Это приводит к появлению геоморфологических построений на один и тот же район, значительно менее качественных, чем они могли бы быть при объединении усилий.

В частности, выбор батиметрической основы осуществляется не из интересов картографирования, а по степени доступности для использования. Такое положение может привести и приводит к серьезным разночтениям в

самой основе геоморфологических построений. Наиболее рациональным выходом здесь представляется суммирование данных по всем трем моделям с созданием общей ЦМР и открытие свободного доступа к ней всех заинтересованных специалистов.

Сходным образом могут быть скоординированы общие геоморфологические построения по Ладожскому озеру. Объединение усилий специалистов и ресурсов различных заинтересованных организаций гарантированно привело бы к появлению новой геоморфологической карты дна Ладожского озера более высокого уровня.

Следующим шагом для геоморфологических исследований котловины Ладожского озера может стать применение геоморфометрического подхода [18] для картирования рельефа дна, изучения неотектонических и литодинамических процессов.

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В.* Этапы геологического развития Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. – СПб.: Русское географ. общ-во, 1993. – С. 5-13.
- [2] *Амантов А.В., Амантова М.Г.* Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения, № 59, 2014. С. 5-14.
- [3] *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами. – Изв. РГО, 2016. Т.148, вып. 2. С. 44-51.
- [4] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О.* Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата // Геоморфология. 2019. № 1. С. 25-38.
- [5] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015 – 2019 гг. // Материалы Международной конференции (Школы) морской геологии. М., ИОРАН, 2019.
- [6] *Анохин В.М., Науменко М.А., Субетто Д.А., Нестеров Н.А., Рыбакин В.Н.* Особенности геоморфологического строения дна Ладожского озера. В кн.: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXXI Герценовские чтения. Т.1. Санкт-Петербург, 2018. С. 442-448.

- [7] Геоэкология Ладожского озера /ред. В.Л. Иванов, В.И. Гуревич. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. 209 с.
- [8] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Геоморфологическая схема. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
- [9] История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д.Д. Квасов, Г.Г. Мартинсон, А.В. Раукас. Л.: Наука, 1990. 280 с.
- [10] *Калесник С.В.* Ладожское Озеро. Гидрометеиздат. Л., 1968. Система Великих озер Европы. Бассейн Ладожского озера. 149 с.
- [11] Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [12] Ладожское озеро (развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины)/Отв. ред. Г.С. Бискэ. Петрозаводск: Карелия, 1978. 208 с.
- [13] Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин, Н.А. Нестеров. СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.
- [14] *Науменко М.А.* Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели //Известия РАН. Серия географическая, 2013, №1. С. 62-72.
- [15] *Aksenov A.O., Rybalko A.E., Naumenko M.A.* Geomorphology of Lake Ladoga basin. *Limnology and Freshwater Biology* 2020 (4): 492-494 DOI:10.31951/2658-3518-2020-A-4-492SI: «The 4th International Conference Palaeolimnology of Northern Eurasia». Pp. 492-494.
- [16] *Vladimir Anokhin, Dina Dudakova, Mikhael Dudakov, Vladimir Rybakin, Mikhael Naumenko, and Vladimir Ulitchev.* The results of geological and geomorphological studies of the bottom and shores of Lake Ladoga 2015-18 years // *Geophysical Research Abstracts* Vol. 21, EGU 2019-2198-1, 2019 EGU General Assembly 2019 © Author(s) 2018. CC Attribution 4.0 license.
- [17] *Lebas E., R. Gromig, S. Krastel et. al.* Pre-glacial and post-glacial history of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia - Evidence from Lake Ladoga. *Quaternary Science Reviews* 251 (2021) 106637. Pp. 1-17.
- [18] *Lecours V., Dolan M., Micallef A., Lucieer V.* A review of marine geomorphometry, the quantitative study of the seafloor // *Hydrology and Earth Science Systems Sciences*, 20, 2016. Pp. 3207-3244.
- [19] *Naumenko M.A.* Lake Ladoga digital bathymetric models: development approaches and insight for limnological investigations. *Limnological Review* 20 (2). – 2020. Pp. 65-80.

S u m m a r y. A brief comparative analysis of several bathymetric bases and geomorphological schemes of the bottom of Lake Ladoga is carried out. Their advantages and disadvantages are indicated. Conclusions are made about possible ways to overcome the problems of geomorphological mapping of the bottom of Lake Ladoga.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО И ПРОГНОЗИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СОСТОЯНИЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

М.П. Васильев

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук (НИЦЭБ РАН), г. Санкт-Петербург, mih.vasilev@mail.ru

IMPACT OF CURRENT AND FORECASTED CLIMATE CHANGE ON THE STATE OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS IN THE NORTHWESTERN REGION OF RUSSIA

M.P. Vasiliev

St. Petersburg scientific-research Center for ecological safety of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Аннотация. В работе рассматриваются опасные гидрометеорологические явления и проявления медленных климатических изменений, которые оказывают наиболее значимое негативное воздействие на состояние наземных экосистем на северо-западе России. Представлены оценки повторяемости опасных явлений, увеличения числа дней с переходом температуры воздуха через 0⁰С, абразии морских побережий. На основании полученных результатов выполнено районирование территории Северо-западного региона России по степени погодно-климатических рисков для наземных экосистем.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления, изменение климата, наземные экосистемы, Северо-западный регион России, районирование территорий.

Введение

Климат является одним из основных факторов, влияющих на состояние наземных экосистем. Он определяет производительность и разнообразие экосистем, направленность и динамику нежелательных сукцессий, гидрологический режим территории, устойчивость к негативным природным и антропогенным воздействиям. Поэтому анализу многофакторного воздействия климатических условий и их изменений на экосистемы суши на территории России посвящено большое количество работ [1-6]. Наземные экосистемы, расположенные в высоких широтах, особенно уязвимы к климатическим изменениям, которые наиболее сильно проявляются именно в северных регионах России. При этом состояние природных экосистем в значительной мере определяет качество жизни населения и эффективность экономической деятельности. Поэтому оценки рисков, обусловленных изменением и изменчивостью климата, для экосистем в зонах тайги, тундры и лесотундры, в настоящее время очень актуальны.

Объекты и методы

На основе анализа работ по данной тематике [7, 9-13] были отобраны те опасные гидрометеорологические явления (ОЯ) и проявления медленных климатических изменений, которые оказывают наиболее значимое негативное воздействие на состояние наземных экосистем на северо-западе России.

К таким ОЯ относятся волны холода и жары, периоды с высокой пожароопасностью, ураганные ветры, вызывающие массовый ветровал и

бурелом, ливни, во время которых происходит смыв отдельных участков почвы или усыхание растительности в результате длительного затопления. Массовое повреждение деревьев может также вызываться обильно выпавшим мокрым снегом или обледенением, а также сильным градом. Воздействие экстремальных погодных явлений ослабляет древостой и уменьшает его сопротивляемость вредителям и болезням. Для оценки риска, обусловленного ОЯ, автором была создана база данных о повторяемости таких явлений на северо-западе России в 1990-2019 гг. с использованием СУБД Microsoft SQL Server 2014 Express, содержащая характеристики ОЯ на 65 метеостанциях, равномерно расположенных на рассматриваемой территории. На основании полученных данных была построена карта суммарной повторяемости ОЯ с помощью ArcGIS 10.1, интерполяция проводилась по методу кригинга (рис. 1). Как видно на карте, повторяемость ОЯ резко возрастает на побережье Баренцева моря: 3-4 явления в год на каждой из рассматриваемых метеостанций, и на склонах Уральских гор - 2-3 явления в год.

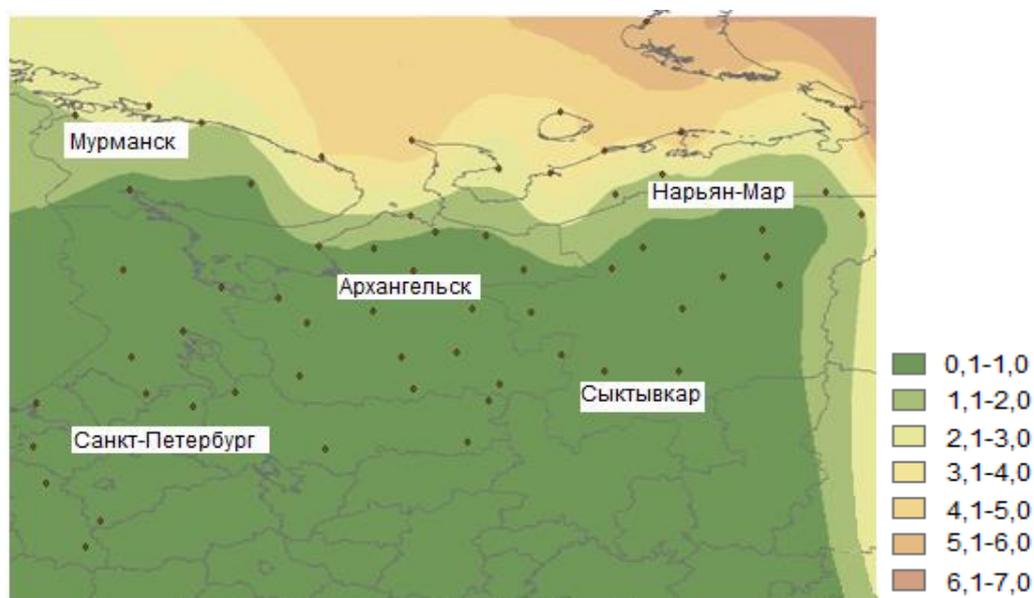


Рис. 1. Средняя ежегодная повторяемость опасных метеорологических явлений на территории Северо-Западного региона РФ.

По результатам климатического моделирования повторяемость и интенсивность ОЯ в данном регионе будет возрастать [8].

Одним из важных негативных проявлений медленных климатических изменений является увеличение числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C , т.е. чередования периодов таяния и замерзания. Переход температуры воздуха через 0°C способствует формированию наста. В результате копытные с трудом разбивают лед, чтобы добыть корм, и при этом разрушают корневую систему растений. Кроме того, в последние десятилетия снег осенью часто ложится на незамерзшую землю, что приводит к гниению и ухудшению качества растений следующей весной. Эти процессы наиболее негативно сказываются на экосистемах тундры, которые особенно уязвимы как к климатическим изменениям, так и к антропогенным воздействиям. По

данным наблюдений за температурой воздуха было оценено среднее число переходов температуры через 0°C и тенденции изменения этой характеристики на Северо-западе России. В зависимости от изменения числа дней с переходом через 0°C было проведено ранжирование территорий Северо-западного региона по значению этого показателя. Его величина варьировала от 1-0,7 (Псковская, Ленинградская, Вологодская, Архангельская области, Ненецкий а.о.) до 0,6-0,1 (Калининградская, Мурманская области, республики Карелия, Коми).

Еще одним негативным последствием медленных климатических изменений в северо-западном регионе РФ является разрушение морских побережий. Рост температуры воздуха и воды, сокращение морского льда и увеличение высоты и повторяемости штормовых нагонов оказывают дестабилизирующий эффект на берега, способствуя возрастанию абразии. Степень абразии зависит как от погодно-климатических факторов, так и от состава и структуры слагающих побережья пород. Разрушению берегов в этом регионе способствует и постепенный рост уровня моря. Осенние и зимние штормы при отсутствии ледяного покрова также приводят к абразии берегов Белого и Балтийского морей. С использованием данных Второго оценочного доклада Росгидромета и информационных бюллетеней ВСЕГЕИ (2018) было проведено ранжирование территорий Северо-запада РФ по степени риска разрушения морских побережий от 1 (Ненецкий а.о.) до 0 (республика Коми, Вологодская, Псковская, Новгородская области). Особенно опасная ситуация сложилась на побережье Ненецкого а.о., в районе поселка Варандей, где идет строительство нефтехранилищ. Повреждения, нанесенные дюнам и берегу при строительстве этих объектов и их использовании, увеличили естественную скорость эрозии береговой линии.

Обсуждение результатов

На основании результатов расчетов характеристик ОЯ, данных об изменении числа дней с переходом через 0°C и скорости отступления берегов был сформирован массив данных для расчета индекса погодно-климатического риска для наземных экосистем в Северо-западном регионе России. Наиболее неоднородные в климатическом отношении территориальные единицы - Мурманская и Архангельская области - были разделены на северную и южную части в соответствии с границами климатического районирования. Для получения итоговых значений индекса значения каждого показателя были переведены в относительные единицы и нормированы. Затем для каждой территориальной единицы эти показатели были сложены с равными весами. Была сделана попытка определить вклад каждого из рассмотренных факторов более точно на основе литературных источников. Однако оказалось, что полученные данные по этой тематике сильно различаются. Поэтому было принято решение придать всем указанным факторам равные веса. В таблице 1 представлены нормированные значения индекса погодно-климатического риска для наземных экосистем в территориальных единицах Северо-западного региона России.

Таблица 1. Нормированные значения индекса погодно-климатического риска для наземных экосистем в территориальных единицах Северо-западного региона России

Территориальная единица	Нормированный индекс погодно-климатического риска для наземных экосистем (в долях единицы)
Ненецкий автономный округ	1
Архангельская область:	
Северная часть	0,8
Южная часть	0,6
Мурманская область:	
Северная часть	0,7
Южная часть	0,6
Республика Коми	0,6
Вологодская область	0,5
Республика Карелия	0,5
Ленинградская область	0,4
Санкт-Петербург	0,4
Новгородская область	0,4
Псковская область	0,3
Калининградская область	0,2

Из таблицы видно, что негативные воздействия погодно-климатических факторов на наземные экосистемы наиболее сильно выражены в северной части рассматриваемого региона, и прежде всего, на побережье Баренцева моря. В этом районе все составляющие риска имеют наибольшие значения. По мере продвижения на юг значения всех показателей риска постепенно снижаются, при этом меняется и структура основных показателей. Так, например, наибольший рост числа переходов через 0⁰С в лесной зоне приходится не на весну и осень, как на севере, а на зиму. Увеличивается повторяемость экстремальных жидких осадков и волн тепла. Растет число дней с повышенной пожароопасностью и т.д.

Выводы

Полученные результаты позволили выявить в Северо-западном регионе России территории с различной величиной индекса погодно-климатического риска для экосистем и рассмотреть структуру составляющих этого показателя в разных природных зонах. Представленный подход к оценкам рисков, обусловленных изменением и изменчивостью климата, для природных систем позволяет включить эти оценки в процессы принятия решений при разработке стратегии развития регионов РФ с тем, чтобы минимизировать негативное воздействие на природную среду.

Литература

- [1] Воздействие изменения климата на российскую Арктику: анализ и пути решения проблемы / Под ред. А.О. Кокорина. WWF России. – М., 2008. – 28 с.
- [2] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М.: Росгидромет, 2014. - 59 с.
- [3] Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Под ред. В.М. Катцова. - Санкт-Петербург, 2017. - 106 с
- [4] Информационный бюллетень о состоянии недр прибрежно-шельфовой зоны Белого, Баренцева и Балтийского морей в 2018 году. Геологический отчет о результатах работ за 2018 г. - СПб: ВСЕГЕИ, 2018 - 194 с.
- [5] Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. Глава 6. Природные экосистемы суши. / Под ред. С.М. Семенова. – Москва: Росгидромет, 2012. - С.190-265.
- [6] *Олсон Р.* Бореальные леса и изменение климата. Перевод с англ. / Р. Олсон // Устойчивое лесопользование – 2011. - № 3 (28) - С. 27-38.
- [7] *Торжков И.О.* Прогнозируемые изменения климата и их влияние на лесной сектор экономики России / И.О. Торжков, Е.А. Кушнир, А.В. Константинов, Т.С. Королева, С.В. Ефимов, И.М. Школьник // Метеорология и гидрология. – 2019. - № 3. - С. 40-49.
- [8] *Школьник И.М.* Региональная климатическая модель нового поколения для территории северной Евразии / И.М. Школьник, С.В. Ефимов // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. - 2015. - Вып. 576. - С. 201-211.
- [9] Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации. / Под ред. Н.В. Кобышевой. - СПб: Гидрометеиздат, 2005. - 319 с.
- [10] ACIA, 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report. Cambridge University Press, –2004. –140 pp.
- [11] Climate Change and Land. Summary for Policymakers. – IPCC. –2020. – 36 p.
- [12] FAO. 2013. Climate change guidelines for forest managers. FAO Forestry Paper Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. – No. 172. – 2013. –110 p.
- [13] *Odum P.E.* Trends expected in stressed ecosystems // BioScience, Volume 35, No. 7. – 1985. – pp. 419-422.

S u m m a r y. The study considers dangerous hydrometeorological phenomena and slow climatic changes, which have the most significant negative impact on the state of terrestrial ecosystems in northwestern Russia. The estimates of the dangerous phenomena frequency, the increase in the number of days with the transition of air temperature through 0⁰C, and abrasion of the sea coasts are presented. Based on the results obtained, the territory of the North-West region of Russia was zoned according to the degree of weather and climatic risks for terrestrial ecosystems.

СОСТОЯНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ ПО ДАННЫМ СОЛНЕЧНОГО ФОТОМЕТРА В ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2018 Г.

М.С. Васильев^{1,2}

¹*Институт космифизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», г. Якутск, ms_vasiliev@ikfia.ysn.ru.ru*

²*ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск, vms_1984@mail.ru*

STATE OF TRANSPARENCY OF THE ATMOSPHERE IN CENTRAL YAKUTIA ACCORDING TO THE DATA OF A SUN-SKY PHOTOMETER IN THE SPRING-AUTUMN PERIOD 2018

M.S. Vasiliev^{1,2}

¹*Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakut Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk*

²*M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk*

Аннотация. В настоящей работе приводятся результаты наблюдений аэрозольной оптической толщи (АОТ) в центральной части Якутии по данным солнечного фотометра марки CIMEL CE-318. По данным АОТ проведена классификация прозрачности атмосферы в весенне-осенний период 2018 г. Установлено, что дни со значениями АОТ, относящимися к III классу прозрачности атмосферы (замутненная «грязная» атмосфера) составили 25% общего числа дней измерения АОТ. Данная «картина» соответствует многолетней динамике состояния прозрачности атмосферы в Центральной Якутии за период 2004-2017 гг.

Ключевые слова: прозрачность атмосферы, солнечный фотометр, аэрозоль, АЭРОНЕТ, Якутия.

Введение и исходные данные

Настоящая работа является продолжением цикла исследований на предмет состояния прозрачности атмосферы в центральной части Якутии по данным солнечного фотометра марки CIMEL CE-318 [1, 2, 5]. В Центральной Якутии мониторинг АОТ проводится солнечным фотометром марки CIMEL CE-318 (координаты прибора: 61,662N; 129,367E) [4]. Анализ состояния прозрачности атмосферы проводится по данным 2-го уровня АОТ на длине волны $\lambda = 500$ нм ст. Якутск, входящей в международную глобальную сеть AERONET – рис. 1 (<https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>). Прозрачность атмосферы классифицируется следующим образом [3]: I класс – «чистая» атмосфера (значения АОТ меньше 1-го квартиля выборки измерений); II класс – «типичная» атмосфера (значения АОТ находятся между 1-м и 3-м квартилями указанной выборки, что соответствует 50% всех возможных состояний прозрачности атмосферы); III класс – замутненная «грязная» атмосфера (АОТ превышает значение 3-го квартиля).

Результаты и обсуждение

В табл. 1 приведены основные характеристики АОТ за период 2004-2017 гг. [4]. Минимальные значения АОТ за рассматриваемый период, относящиеся

к III классу прозрачности атмосферы находились в пределах от 0,111 (2004 г.) до 0,252 (2008 г.), а максимальные от 0,296 (2004 г.) до 3,700 (2017 г.). Ежегодно за период 2004-2017 гг. дни со значениями АОТ, относящимися к III классу прозрачности атмосферы (замутненная «грязная» атмосфера) находились в пределах 25-30% общего числа дней измерения АОТ.

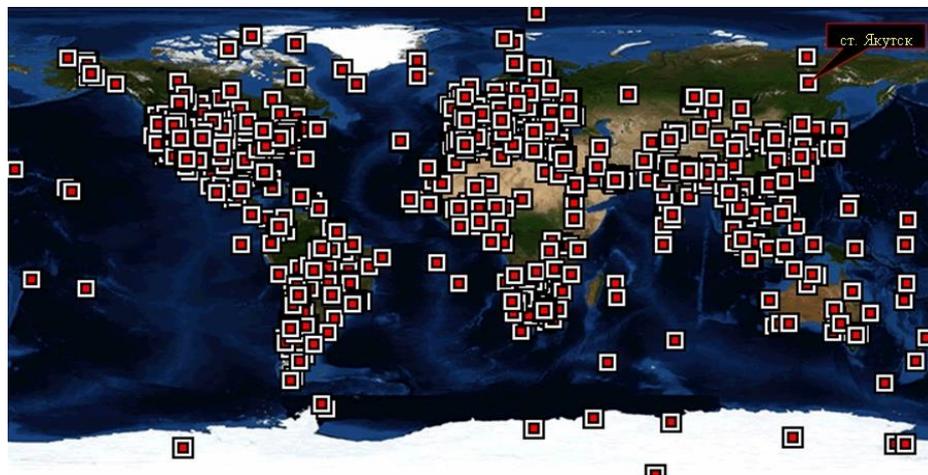


Рис. 1. Карта-схема размещения наблюдательной сети AERONET (<https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>) по состоянию на февраль 2021 г.

Таблица 1. Основные характеристики АОТ ($\lambda = 500 \text{ нм}$) за период 2004-2017 гг.

Год	N	N_1	N_2 / N_3	Характеристики АОТ III класса		
				Минимум	Максимум	M_0
2004	69	1433	19 / 4	0,111	0,296	0,192
2005	109	2492	29 / 14	0,114	0,660	0,147
2006	98	2471	25 / 19	0,209	1,383	0,226
2007	106	3259	27 / 3	0,131	0,618	0,392
2008	104	2784	27 / 25	0,252	1,424	0,261
2009	164	4743	48 / 27	0,181	0,526	0,222
2010	159	4552	44 / 13	0,131	0,462	0,209
2011	106	2336	27 / 23	0,205	2,473	0,263
2012	117	3009	32 / 23	0,232	3,698	0,278
2013	134	3416	36 / 22	0,140	1,076	0,175
2014	134	3170	36 / 17	0,223	2,582	0,345
2015	134	3426	35 / 27	0,131	1,969	0,147
2016	170	4784	48 / 24	0,130	2,485	0,178
2017	172	4740	44 / 27	0,162	3,700	0,240

Примечание: N – число дней измерения АОТ; N_1 – число сеансов измерения АОТ; N_2 – число дней с III классом прозрачности атмосферы; N_3 – число дней с III классом прозрачности атмосферы свыше M_0 , где M_0 – Мода (варианта с наибольшей частотой проявления).

В таблице 2 приведены основные характеристики АОТ за период 2018-2019 гг. За 2019 г. и 2020 г. информация по классификации прозрачности атмосферы не приведена в связи с малым статистическим набором данных и отсутствием АОТ 2-го уровня в сети AERONET на момент подачи материала публикации, соответственно.

Таблица 2. Основные характеристики АОТ ($\lambda = 500 \text{ нм}$) за период 2018-2019 гг.

Год	N	N_1	N_2 / N_3	Характеристики АОТ III класса		
				Минимум	Максимум	M_0
2018	122	2858	31 / 11	0,151	0,917	0,287
2019	30	377	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-

Примечание: N – число дней измерения АОТ; N_1 – число сеансов измерения АОТ; N_2 – число дней с III классом прозрачности атмосферы; N_3 – число дней с III классом прозрачности атмосферы свыше M_0 , где M_0 – Мода (варианта с наибольшей частотой проявления).

В 2018 г. дни со значениями АОТ, относящимися к III классу прозрачности атмосферы, составили 25% общего числа дней измерения АОТ. Данная «картина» соответствует многолетней динамике состояния прозрачности атмосферы в Центральной Якутии за период 2004-2017 гг. (табл. 1).

На рисунке 2 приведены вариации значений АОТ, относящихся к III классу прозрачности атмосферы в весенне-осенний период 2018 г.

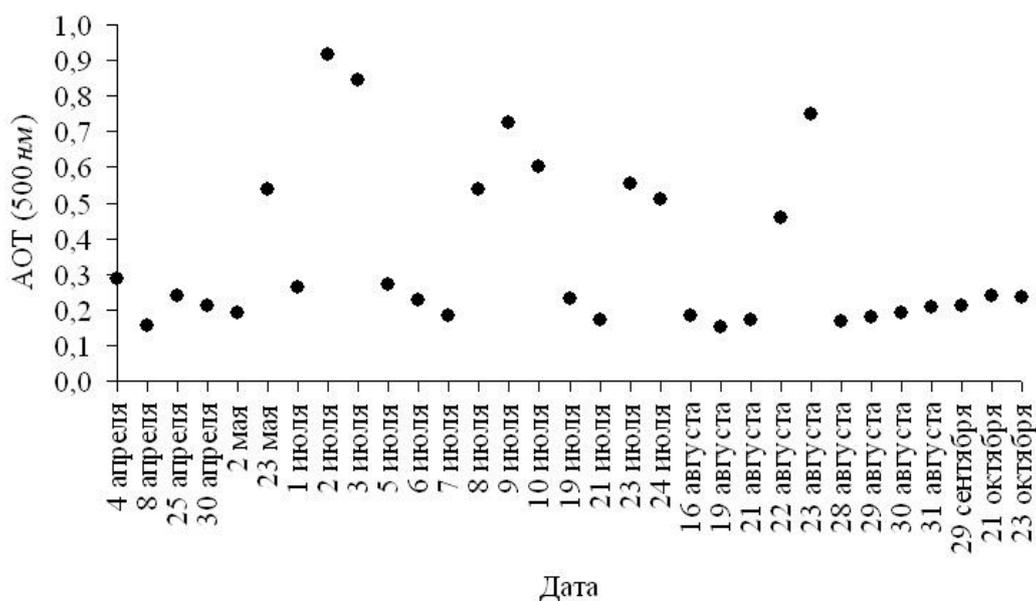


Рис. 2. Вариации значений АОТ, относящихся к III классу прозрачности атмосферы в весенне-осенний период 2018 г.

В работе [1, 2] показано, что источниками загрязнения атмосферного воздуха в Центральной Якутии могут являться очаги горения лесного массива и техногенные выбросы, исходящие от Иркутской области, Красноярского и Забайкальского краев, северо-восточной части Китая.

Вывод

Таким образом, установлено, что за весенне-осенний период 2018 г. дни со значениями АОТ, относящимися к III классу прозрачности атмосферы составили 25% общего числа дней измерения АОТ. Данная «картина» соответствует многолетней динамике состояния прозрачности атмосферы в Центральной Якутии за период 2004-2017 гг.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания (номер госрегистрации № АААА-А21-121011990007-1).

Литература

- [1] *Васильев М.С., Николашкин С.В., Боровев Р.Н.* Состояние прозрачности атмосферы над центральной частью Якутии по данным солнечного фотометра за период 2004-2014 гг. // Метеорология и гидрология. 2017. № 11. С. 14-20.
- [2] *Васильев М.С., Николашкин С.В., Титов С.В., Макаров П.П.* Возможная причина аномального спектрального распределения АОТ в конце зимы в Центральной Якутии / Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXVI Международного симпозиума [Электронный ресурс]. - Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2020. - 1 CD-ROM. С. D.260-263.
- [3] *Ужегов В.Н., Пхалагов Ю.А., Кабанов Д.М., Сакерин С.М.* Грубодисперсный аэрозоль и его роль в формировании высоты однородной аэрозольной атмосферы // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25. № 12. С. 1023-1027.
- [4] *Dubovik O., Smirnov A., Holben B.N., et al.* Accuracy assessments of aerosol optical properties retrieved from Aerosol Robotic Network (AERONET) Sun and sky-radiance measurements // J. Geophys. Res. 2000. V. 105(D8). № 4. P. 9791-9806.
- [5] *Vasiliev M.S., Nikolashkin S.V., Titov S.V., Boroyev R.N.* Atmospheric transparency over Central Yakutia from the sun-sky photometer data in 2004-2017 // Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 112086G (18 December 2019). Doi: 10.1117/12.2536405.

S u m m a r y. This paper presents the results of observations of aerosol optical depth (AOD) in the central part of Yakutia according to the data of a CIMEL CE-318 sun-sky photometer. Based on the AOD data, the atmospheric transparency was classified in the spring-autumn period of 2018. It was found that the days with AOD values belonging to the III class of atmospheric transparency (turbid «dirty» atmosphere) accounted for 25% of the total number of days of AOB measurement. This «picture» corresponds to the long-term dynamics of the state of atmospheric transparency in Central Yakutia for the period 2004-2017.

ГОРОДСКИЕ САДОВО-ПАРКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

А.Г. Горецкая, В.А. Топорина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва
aggoretskaya@yandex.ru, valya-geo@yandex.ru

URBAN AND GARDEN COMPLEXES AS ELEMENTS OF PUBLIC SPACE

A.G. Goretskaya, V.A. Toporina

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Исторические сады и парки все больше приобретают черты городских общественных пространств, потенциал которых связан с предоставлением образовательных и рекреационных услуг различным социальным группам населения.

В результате проведенного исследования можно утверждать, что исторические парки и сады в городе всегда были рекреационными объектами. Это обусловлено изначальной функцией такого рода объектов, предназначенных, в первую очередь, для отдыха, прогулок, праздников, досуга бывших владельцев и их гостей. Однако насыщенность рекреационными объектами стала выше, что не соответствует требованиям и условиям устойчивого существования садов и парков.

Ключевые слова: садово-парковые комплексы, рекреационная функция, урбанизированные территории, природное наследие, культурно-историческое наследие.

Введение

В природном комплексе города сады и парки занимают особое место, объединяя историко-культурную и природную составляющие. Они всегда были частью общественных городских пространств, но на протяжении веков их функции несколько поменялись. Современный потенциал этих территорий напрямую связан с предоставлением образовательных и рекреационных услуг различными социальными группам населения.

Регион исследований, объекты и методы

Целью данной работы является выявление особенностей формирования современной структуры садово-парковых комплексов на примере города Москвы с учетом характера изменения функционального назначения городских озелененных территорий.

Основные задачи, позволяющие раскрыть цель исследования, включают:

1. Картографический анализ пространственного размещения садово-парковых комплексов на территории г. Москвы.
2. Исторический анализ садов и парков: времени их основания и расцвета, периоды его развития, их статуса.
3. Выявление «первоначальных» функций садово-парковых комплексов в период их создания.
4. Определение современных функций садово-парковых комплексов.

В работе используются известные методы работы: изучение литературы, документов по рассматриваемым объектам, сравнительно-описательные методы полевых географических исследований.

В ходе исследования были проанализированы основные сады и парки г. Москвы, созданные в различные исторические периоды (с XVI в. по настоящее время), выявлены функции и рассмотрен потенциал их развития. Особое внимание уделялось тем историческим садово-парковым комплексам, которые имеют ярко выраженные индивидуальные черты, а также современным садам и паркам, на территории которых сформированы условия для выполнения задач рекреационного характера.

Помимо этого, была предпринята попытка выявления тенденции преобразования функционального предназначения садово-парковых комплексов города Москвы (сохранения или уничтожения исторических функций, формирования условий для создания новых функций).

Обсуждение результатов

На основании проведенного исследования была собрана информационная база. В ней представлены некоторые из основных объектов садово-паркового комплекса г. Москвы с указанием времени создания, площади их территории. Также приведены сведения об их первоначальных и современных функциях, которые отражают отличительные черты конкретного садово-паркового комплекса. Приведенные данные позволяют условно сформировать несколько блоков, состоящих из аналогичных садово-парковых комплексов и имеющих схожие черты их формирования, с точки зрения их исторического развития, а также выявить особенности перспектив их дальнейшего развития.

Был выявлен блок, в который включены наиболее ценные с исторической точки зрения объекты, сохранившиеся на протяжении нескольких веков, например, природно-исторический парк «Измайлово», природно-исторический парк «Кузьминки-Люблино»

«Нескучный сад» и др. Объединяющей особенностью объектов данного блока является не только их «исторический возраст», но и значительная площадь и аналогичные функции данных садово-парковых комплексов. Для них характерно то, что на смену первоначальным функциям пришли современные рекреационные, включающие в себя, в первую очередь, культурно-познавательную и просветительские направления рекреации.

В следующий блок были также отнесены ценные по историческим параметрам объекты. Но отличительными особенностями данного блока является незначительная площадь садово-парковых комплексов и их приуроченность к центральной части города, ограниченной Садовым кольцом. Для данного блока характерно то, что первоначальные функции существенно не менялись, хотя, безусловно, они незначительно видоизменились. Например, Сад «Аквариум» - Сад театра им. Моссовета являлся чрезвычайно популярным рекреационным объектом, на территории которого были расположены ресторан, каток, кегельбан, тир, фотография, площадка для гимнастики и другие увеселительные учреждения, которые позволяли этому рекреационному объекту в начале XX-го века быть одним из «центров увеселения» москвичей. В настоящее время перечисленные функции утрачены практически полностью, но для урбанизированной территории центральной

части Москвы Сад Эрмитаж сохраняет важное значение, как культурно-исторический объект, выполняющий современные геоэкологические и рекреационные функции.

Садово-парковые комплексы, созданные в советский период, формируют еще один блок. Для него характерны следующие отличительные черты: площадь, в основном, довольно значительна, функции обусловлены ориентацией на массовый отдых трудящихся с четкой структурой развлекательного и спортивного направлений (парки аттракционов, катки, бильярдные и т.д.). Центральный парк культуры и отдыха имени М. Горького является ярким примером функционирования парков подобного типа на протяжении 90 лет.

В XXI веке сменилась парадигма развития городского пространства, нашедшая свое отражение в создании садово-парковых комплексов, образующих собственный блок. Характерными чертами данного блока, помимо времени их создания, является их относительная малочисленность, отсутствие закономерности в их размещении (представлены как в центре, так и на периферии), их площадь существенно различается (варьирует от незначительной до существенной), функциональное назначение аналогично тому, что было перечислено в предыдущем блоке.

Поддержание баланса между историческими садово-парковыми комплексами, существующими на протяжении нескольких столетий, и современными городскими озелененными пространствами, выполняющими разнообразные рекреационные функции.

Выводы

Проведенный картографический анализ размещения садово-парковых территорий, показал значительную вариабельность по размещению и площади комплексов. Типологическая характеристика садово-парковых комплексов проводилась с учетом их территориальной принадлежности в границах городской черты, их современного состояния, функций. На основании проведенного исследования выявлены блоки садово-парковых комплексов, демонстрирующие основные отличительные черты.

S u m m a r y. Historic gardens and parks are acquiring the features of urban public spaces, the potential relates on educational and recreational services for various social groups. The research uses well-known methods of work: the study of literature, documents on the objects, comparative and descriptive methods of field geographical research. As a result of the research, historical parks and gardens have always been the recreational facilities. Originally these objects were invented for active and passive recreation for the last owners and their guests. Still the main idea for these areas has not changed. However, the saturation with recreational facilities has increased, which does not meet the requirements for the sustainable conditions of gardens and parks.

АЭРОФОТОСЪЕМКА С БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ЦЕЛЯХ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДСКИХ ОКРУГОВ

С.А. Горлышева¹, С.В. Тюрин²

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, ¹ sv.gorlysheva@mail.ru, ² s.tjurin@spbu.ru

AERIAL PHOTOGRAPHY WITH UAV FOR MONITORING AND ANALYZING THE DEVELOPMENT OF URBAN DISTRICTS ' TERRITORIES

S.A. Gorlysheva, S.V. Tjurin

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

Аннотация. Генеральные планы городских округов и проектная документация к ним требуют периодического обновления. В работе изложены результаты исследования возможностей создания инженерного обоснования территории и мониторинга городской застройки с использованием материалов АФС. Для этого была выполнена аэрофотосъёмка с беспилотного воздушного судна (БВС), а также обработка полученных материалов и последующее сравнение созданных ортофотоплана и цифровой модели местности (ЦММ) с генеральным планом города. Представлены результаты использования ортофотоплана и ЦММ для разработки и корректировки генерального плана города в зависимости от текущей городской застройки и инженерных характеристик территории.

Ключевые слова: аэрофотосъёмка с БВС, ГИС-технологии, территориальное планирование,

Введение

Одной из важных архитектурных и градостроительных проблем является освоение, инженерная подготовка и последующие благоустройство и мониторинг территорий населённых пунктов. При использовании материалов аэрофотосъёмки с беспилотных воздушных судов (БВС) открываются возможности оценки природных условий, физико-географических процессов, характера их проявления [4], мониторинга уже существующей застройки.

На современном этапе развития летательных аппаратов, съёмочной и геодезической аппаратуры по качеству получаемых данных аэрофотосъёмка с БВС в состоянии конкурировать с классическими методами съёмки территории.

Использование ГИС-систем совместно с материалами АФС позволяет не только осуществлять визуальный мониторинг, но и выполнять измерения с необходимой точностью [2], а также проводить анализ местности, результаты которого могут быть использованы для корректировки планов и проектной документации.

Объекты и методы

В августе-сентябре 2020 года в Республике Дагестан были проведены аэрофотосъёмочные работы для территорий городских округов, по материалам которых создавались ортофотопланы и ЦММ населённых пунктов. Поскольку для большинства городских округов Республики Дагестан на данный момент нет сформированных данных по территориальному планированию городов, весьма актуальным становится формирование инженерно-технического обоснования для задач территориального планирования.

В качестве объекта исследований и тестирования технологий был выбран город Буйнакск, расположенный в районе Предгорного Дагестана. Территория, на которой расположен город носит горный характер, что даёт дополнительную возможность рассмотреть генеральный план с точки зрения рациональности некоторых инженерных решений.

На территорию городского округа по данным АФС был создан ортофотоплан и цифровая модель местности. Пространственное разрешение моделей составило 5 см/пиксель, что позволяет получать результаты мониторинга и пространственного анализа с необходимой точностью для дальнейшего применения в городском планировании.

Генеральный план города был создан в 2013 г. и рассчитан на перспективу до 2033 г. Долгосрочная перспектива развития городских территорий предполагает их периодический мониторинг. Также, при анализе генерального плана, выявлен ряд проблем, возникающих при планировании развития города на долгосрочную перспективу, которые возможно решить методами пространственного анализа ГИС.

Для градостроительного освоения территории необходимо учитывать природные факторы. Одними из таких факторов являются уклон и экспозиция склонов. В зависимости от показателей этих факторов для строительства на данной местности требуется различная по сложности и ресурсозатратам инженерная подготовка. Соответственно, для разработки эффективной планировки, необходима точная и комплексная информация о состоянии рельефа и его морфологических структур. Для Буйнакска благоприятными условиями строительства являются склоны с уклонами менее 10° , ограниченно-благоприятными с уклонами до 40° и неблагоприятными, свыше 40° [2]. Для дифференциации склонов из ЦММ были в программном обеспечении ArcGIS ver. 10.8 получены растры уклонов и экспозиций склонов, на основе которых выделены участки с уклонами, более 10° и более 40° . По этим данным выявлены территории, на которых строительство затруднительно и требует значительной инженерной подготовки, либо невозможно вследствие особенностей рельефа. Также были обозначены места возможных сходов селей.

Дополнительно на основании этих данных были выявлены заболоченные понижения, которые необходимо учитывать при планировке территории, и осыпи пород на крутых склонах (в частности, коренные берега рек и стенки оврагов).

В границах города отсутствуют зарегистрированные в административных документах водоохранные зоны и береговые полосы, так как для территории города нет актуальных данных по среднемноголетним уровням воды в реках и озёрах, по которым определяются береговая линия, береговые полосы и водоохранные зоны. В зависимости от длины реки и площади зеркала озёр и прудов, для них с помощью инструментов создания буфера были получены водоохранные зоны и береговые полосы. Береговая линия была определена по ортофотоплану.

Дополнительно во время подготовки векторных данных для построения буферных зон были определены несанкционированные сбросы сточных вод в реки и озёра с территорий домовладений и подсобных хозяйств.

На этапе создания генерального плана была озвучена проблема замусоренности территорий города, большого количества несанкционированных свалок, отсутствия контроля за сбытом мусора, особенно на городских окраинах в частном секторе. Данная проблема была решена путём визуального мониторинга городской территории. В процессе визуального мониторинга были выявлены несанкционированные свалки, которые были классифицированы по принадлежности к функциональным зонам и районам. Также была вычислена их общая площадь.

Также посредством методов визуального мониторинга были определены неэффективно используемые территории, которые не соответствуют предполагаемым направлениям развития города. В частности, к ним относятся: новые жилые и производственные районы, строительство которых запланировано в неблагоприятных геоморфологических условиях, а также застройка, несоответствующая запланированной в той или иной функциональной зоне

Таким образом, был выполнен анализ городских территорий на предмет соответствия современного развития города генеральному плану. Также были предложены решения инженерных и планировочных проблем, обозначенных в генплане.

Обсуждение результатов

При проведении мониторинга и ГИС-анализа развития городских территорий с помощью ортофотоплана и ЦММ были получены следующие результаты:

- Выявлены территории, где строительство затруднительно вследствие сложных геоморфологических условий: район «Беловецкая горка» на юге города, где существует большая опасность схода селей, а также местность на левом берегу реки, где идут активные процессы водной эрозии с формированием оврагов.
- Выявлены заболоченные местности. Отмечены осыпи пород, являющиеся маркером активных эрозионных процессов.
- Для рек, протекающих по территории города построены водоохранные зоны и береговые полосы. Для реки Шура-озень 200 и 20 метров соответственно, для рек Калка-озень и Кара-озень, обводного канала, озера Комсомольское составляет 50 и 5 метров соответственно [1].
- На территории города отмечено около 400 несанкционированных свалок.
- Выделены участки, где современная застройка не соответствует функциональным зонам, и как следствие, необходимо либо корректировать план города, либо ликвидировать объекты.

На данный момент работа продолжается в направлении выявления факторов, препятствующих развитию дорожной сети города, а так же созданию

санитарно-защитных зон промышленных предприятий и объектов культурного наследия.

Выводы

При составлении генеральных планов городов, их проектной документации, а также последующего мониторинга исполнения проектных предписаний аэрофотосъемка с БВС показала довольно хорошие результаты.

В процессе исследования были определены: возможности мониторинга застройки и опасных природных явлений, а также возможности подготовки на основе ортофотоплана и ЦММ инженерно-технического обоснования.

Несмотря на очевидные перспективы развития данных технологий использование беспилотных технологий в благоустройстве городской среды ещё не достигло своего максимума. Дальнейшее использование беспилотных технологий в совокупности с инструментами анализа ГИС может упростить и ускорить получение данных для инженерных изысканий и мониторинга территорий.

Литература

[1] Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006г. N 74-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 12 апр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 26 мая 2006 г.: введ. Федер. законом Рос. Федерации от 03 июня 2006г. N 74-ФЗ

[2] Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 ГКИНП-02-033-82 [Утверждена ГУГК 5 окт. 1979 г. Вводится в действие с 1 января 1983 г. с поправками, утвержденными ГУГК 9 сентября 1982 г. (приказ № 436 п.)]. – Москва, «Недра», 1982. – 98 с.

[3] Генеральный план городского округа «город Буйнакск» республики Дагестан [Утвержден решением главы городского округа «город Буйнакск» от 5 дек. 2013 г. № 30/2]. – Буйнакск, 2013.

[4] *Владимиров В.В., Давидянц Г.Н., Расторгуев О.С. Шафран В.Л.* Инженерная подготовка благоустройства городских территорий. – М.: Архитектура-С, 2004 – 240 с. - ISBN 5-274-01886-6

S u m m a r y. General plans of urban districts and project documentation for them require periodic updates. This research presents the results of a study of the possibilities of creating an engineering justification of the territory and monitoring urban development using the materials of the aerial photography. For this purpose, aerial photography from an unmanned aircraft (UAV) was performed, as well as processing of the received materials and subsequent comparison of the created orthophotoplane and digital terrain model (DTM) with the general plan of the city. The results of the use of orthophotoplans and DTM for the development and adjustment of the city master plan depending on the current urban development and engineering characteristics of the territory are presented.

КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЗОН ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

В.Н. Губин, Т.В. Архипенко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
vngubin@mail.ru, arkhimpinsk@rambler.ru*

SPACE METHODS FOR STUDYING ACTIVE GEODYNAMIC ZONES IN ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SURVEYS

V. Gubin, T. Arkhipenko

Byelorussian State University, Minsk, Belarus

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы необходимости изучения геодинамических процессов при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений с использованием новейших методов исследований, в том числе оперативной спутниковой информации.

Ключевые слова: инженерная экология, оптимизация проектных решений, космическая информация, активные геодинамические зоны, системы линеаментов, геолого-геофизические данные, геологические процессы.

Введение

Инженерно-экологические изыскания для строительства объектов и иной хозяйственной деятельности выполняются с целью оценки современного состояния и прогноза возможных неблагоприятных трансформаций природной среды под влиянием техногенной нагрузки. В инженерной экологии важную роль играет изучение геодинамических процессов в связи с проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений. При инженерно-экологических изысканиях в геодинамически устойчивых платформенных регионах наибольшее внимание уделяется особенностям проявления в рельефе земной поверхности экзогенных процессов и в меньшей степени – эндогенных. Вместе с тем, инженерно-экологическое обоснование и разработка комплекса рекомендаций по оптимизации проектных решений для строительства объектов должны базироваться на всесторонней оценке геодинамической обстановки планируемых площадей с применением инновационных технологий, в том числе на основе оперативной спутниковой информации.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования являются территории, которые оцениваются с точки зрения строительства объектов и сооружений. Объекты исследования – активные геодинамические зоны земной коры. Методические приемы изучения активных геодинамических зон в связи с инженерно-экологическими изысканиями базируются на теоретической концепции новейшей активизации дизъюнктивных дислокаций слоистой структуры Земли, рассматриваемой в неотектонике, геодинамике и в других направлениях динамической геологии. Закономерности пространственной организации активных геодинамических зон земной коры устанавливаются на основе комплексирования космогеологических и геолого-геофизических данных. Инновации в

геодинамических исследованиях на территории Беларуси связаны с дистанционным зондированием Земли Белорусским космическим аппаратом. Оптико-электронная съемочная система спутника позволяет в панхроматическом режиме получать космические снимки (КС) в спектральном интервале 0,54–0,86 мкм с разрешением объектов на земной поверхности около 2 м, а в мультиспектральном – в четырех спектральных каналах от 0,46 до 0,84 мкм с пространственным разрешением 10 м. Космическая информация с отечественного спутника в комплексе с геолого-геофизическими данными способствует решению первостепенных задач в изучении активных геодинамических зон и степени их воздействия на инженерно-экологическую обстановку.

Обсуждение результатов

При проведении инженерно-экологических исследований в связи с выбором наиболее устойчивых участков для размещения сооружений особую актуальность приобретает анализ активных геодинамических зон земной коры, сформировавшихся под воздействием тектонических напряжений, обусловленных внутренними силами Земли и проявлением ротационно-планетарных процессов. Геодинамические зоны представляют собой системы разломов, прямолинейные в плане участки повышенной трещиноватости горных пород и узлы пересечения разнонаправленных разрывных нарушений платформенного чехла и консолидированной части земной коры, активные на новейшем этапе (около 30 млн. лет) геологического развития. Активные геодинамические зоны земной коры дешифрируются на КС в виде систем линеаментов, выраженных в рельефе земной поверхности и литолого-генетических комплексах четвертичных отложений. Индикаторами геодинамических зон являются линейно ориентированные фрагменты речных долин, их резкая асимметрия, сгущенная параллельная ориентировка в плане русел рек, прямолинейные очертания тыловых швов террас, приуроченность озерно-болотных низин и котловин, ледниковых ложбин, гляциодислокаций складчато-чешуйчатого типа к определенным линиям (рис. 1), смена интенсивности экзогенных процессов, линейная конфигурация геологических границ и изменения мощности различных горизонтов покровных отложений. Значительная протяженность дешифрируемых линеаментов и их отражение в различных сочетаниях геоиндикаторов свидетельствует о достоверности выделенных на КС геодинамических зон.

Геолого-геофизические данные позволяют определить соотношение активных геодинамических зон с особенностями разломной тектоники и их положение в пределах основных структурных подразделений платформенного чехла и консолидированной части земной коры. Геодинамические зоны подчеркиваются сгущением изолиний по поверхности кристаллического фундамента и маркирующим горизонтам чехла, системами коленообразных изгибов изолиний по этим горизонтам, расположенностью к участкам с аномальными мощностями осадочных образований. При комплексной

интерпретации материалов магнито-, грави- и сейсморазведки обращается внимание на приуроченность геодинамических зон к осям линейных аномалий и резким закономерным сдвигам физических полей, что позволяет отождествить их с разрывными нарушениями. В активных геодинамических зонах отмечаются высокие значения и контрастность современных вертикальных движений земной поверхности, а также проявления сейсмических процессов.

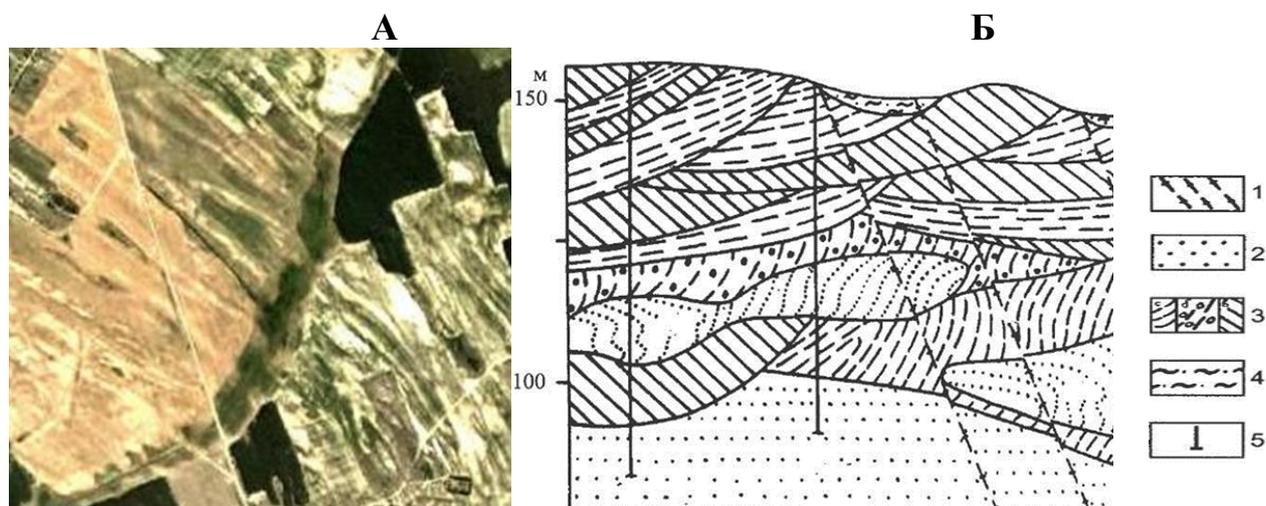


Рис. 1. Гляциотектонические дислокации в активной геодинамической зоне: А - космический снимок; Б - геологический разрез: 1- геодинамическая зона; 2 - палеогеновые глауконитово-кварцевые пески; 3 – средне-плейстоценовые отложения: пески (а), песчано-гравийные породы (б), суглинки и глины (в); 4 - голоценовые пески, супеси и торф; 5 – скважины.

В инженерно-экологических целях следует обратить внимание, прежде всего, на активные геодинамические зоны, обнаруживающие связь с локальными разломами платформенного чехла и консолидированной части земной коры. Такие зоны имеют ширину 0,5-2 км и протяженность от нескольких до первых десятков километров. Преобладающее их простирание – диагональное и ортогональное. При этом на новейшем этапе геологического развития заметно активизировались геодинамические зоны с азимутом простирания $62-332^\circ$, $34-304^\circ$, $45-315^\circ$ и $0-270^\circ$. Высокой активностью отличаются узлы пересечения геодинамических зон. На таких участках происходит раскрытие многочисленных трещин и образование проницаемых зон земной коры, что создает условия для интенсивной циркуляции флюидов, подземных вод и высокой обводненности верхних горизонтов платформенного чехла.

Активные геодинамические зоны оказывают влияние на инженерно-экологическую обстановку. Способствуют интенсивному развитию водной эрозии, карстовых и суффозионных явлений, образованию оползней и иных экзогенных геологических процессов. В геодинамических зонах активизируются также техногенные процессы, вызванные смещением массивов горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых,

нарушением естественного режима гидросферы в результате отбора подземных вод групповыми водозаборами и проведения осушительной мелиорации земель и т.п.

Особую актуальность приобретает анализ активных геодинамических зон при инженерно-экологических исследованиях на территории Старобинского месторождения калийных солей. Такие зоны контролируют развитие техногенных сейсмических процессов и газодинамических явлений, формирование мульды сдвижения горных пород, вызванных эксплуатацией продуктивных горизонтов в достаточно ограниченном подземном пространстве шахтных полей четырех рудников. В пределах месторождения калийных солей и Старобинской центриклинали Припятского прогиба в целом очаги землетрясений техногенной и естественной корово-мантийной природы с интенсивностью сотрясаемости земной поверхности до 3-5 баллов (по шкале MSK-64) тяготеют к узлам пересечений активных геодинамических зон с азимутом простирания 287° и 45° . Причем, среди сейсмогенерирующих линейных структур особо следует выделить Старобинскую геодинамическую зону, установленную по космическим и геолого-геофизическим данным.

При проведении инженерно-экологических исследований в южной части Беларуси необходимо обратить внимание на проявления новейшей активизации разломной тектоники Припятского прогиба. Геодинамические зоны в этом регионе отражают разрывные нарушения сбросово-сдвигового типа, предопределившие в условиях растяжения повышенную трещиноватость горных пород в верхней части платформенного чехла.

В рассматриваемых геодинамических условиях наблюдается усиление циркуляции подземных вод, повышается гидравлическая связь грунтовых вод с напорными нижележащих водоносных горизонтов. Высокая проницаемость пород чехла, в том числе покровных образований, приводит к избыточному увлажнению участков проявления сбросово-сдвиговых дизъюнктивов. Это обстоятельство явилось, возможно, одной из причин высокой обводненности массивов горных пород и развития процессов заболачивания в пределах Припятского Полесья вдоль линий активных геодинамических зон.

В активных геодинамических зонах отмечаются перепады значений поля силы тяжести литосферного пространства. Кроме того, современные вертикальные тектонические движения при средних значениях на территории Беларуси 1-2 мм/год над приподнятыми крыльями активных дизъюнктивов платформенного чехла Припятского прогиба достигают до 25-35 мм/год.

Потенциальная энергетика экзодинамических процессов отражается резкими перепадами относительных высот рельефа земной поверхности особенно в зонах разломов сбросового типа. По линиям раздела гравитационных аномалий заметно активизируются процессы водной и ветровой эрозии, что оказывает влияние на инженерно-экологическую обстановку.

Следует отметить, что в 60-70 гг. XX века при инженерно-геологической съемке территории Припятского Полесья в связи с широкомасштабной осушительной мелиорацией земель не уделялось должного внимания

геодинамическому контролю уровня режима грунтовых вод и развитию экзодинамики над зонами разрывных нарушений. Нередко негативные изменения мелиорированных почв, снижающие потенциальное плодородие земель, проявляются в активных геодинамических зонах. Активизация геодинамических зон, вызванная тектоническими напряжениями особенно в местах пересечения активных разломов, оказывает неблагоприятное воздействие на инженерно-экологические условия. При этом возникают деформации сооружений, происходят деформации асфальтового полотна автомобильных дорог в виде его пучения и искривления, отмечаются аварии магистральных трубопроводов и другие негативные явления, отражающиеся на КС.

Выводы

В связи с проектированием, строительством и эксплуатацией различных инженерных объектов следует обратить внимание на пространственное распределение активных геодинамических зон, их влияние на развитие экзогенных геологических процессов и устойчивость породных массивов. В пределах таких участков необходимо с наибольшей степенью детальности выполнять космический мониторинг инженерно-экологической обстановки, проводить геофизические исследования, осуществлять бурение скважин и отбор проб горных пород для определения их физико-механических свойств.

Литература

- [1] *Гридин В.И., Дмитриевский А.Н.* Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий. М.: Наука, 1994. 285 с.
- [2] *Губин В.Н.* Геодинамика новейшего этапа развития земной коры территории Беларуси по космогеологическим данным // Палеогеодинамика нефтегазоносных бассейнов Восточно-Европейской платформы. Мн., 1994. С. 88-99.
- [3] *Гуляев А.Н., Дружинин В.С., Осипова (Дёмина) А.Ю. и др.* Современные активные зоны нарушения сплошности верхней части земной коры на территории Екатеринбурга / Инженерная геология. 2008. № 1. С. 13-16.
- [4] *Карabanов А.К., Гарецкий Р.Г., Айзберг Р.Е.* Неотектоника и неогеодинмика запада Восточно-Европейской платформы. М.: Беларус. наука, 2009. 183 с.
- [5] *Копылов И.С.* К разработке теории о геодинамических активных зонах и эколого- геодинамическая оценка трасс линейных сооружений / Академический журнал Западной Сибири. Тюмень. 2013. Т. 9. № 4. С. 17.
- [6] *Николаев Н.И.* Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 491 с.
- [7] *Ревзон А.Л.* Аэрокосмические методы оценки опасности зон тектонических разломов при создании и эксплуатации транспортных сооружений / Транспортное строительство. 1998. № 11. С. 8-10.

S u m m a r y. The article discusses the need to study geodynamic processes in the design, construction and operation of structures using the latest research methods, including operational satellite information.

ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ДЛИННОПЕРИОДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ГНСС

В.В. Иванова¹, С.В. Тюрин²

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, ¹ivanovavitani@mail.ru, ²s.tjurin@spbu.ru

DETECTION AND ANALYSIS OF LONG-PERIOD MOVEMENTS OF THE PERMANENTLY ACTIVE GNSS BASE STATIONS

V.V. Ivanova, S.V. Tyurin

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Актуальность исследования движений базовых референчных станций определяется задачей повышения точности и достоверности результатов геодезического мониторинга, проводимого с помощью ГНСС-технологий. В работе приводятся результаты анализа в положении пяти постояннодействующих станций ГНСС за 2013-2020 года. Основное внимание уделено выявлению периодических составляющих в движении станций. *Ключевые слова: ГНСС, базовые станции, PPP.*

Введение

В настоящее время во многих видах геодезических работ активно используются ГНСС-технологии (англ. GNSS, Global Navigation Satellite System). Одними из основных достоинств данного метода, отличающими его от классических, являются непрерывность измерений и автоматизация процесса, которая позволяет свести к минимуму ошибки исполнителей и зависимость проведения работ от погодных условий.

Активно развивающийся на современном этапе геодезический мониторинг с использованием ГНСС-технологий получил широкое распространение и применение в различных сферах промышленности, науки и строительства. При проведении долговременного мониторинга с использованием ГНСС можно выявить, наряду с трендами, различные периодические (суточные, сезонные) перемещения, что будет более полно характеризовать поведение объекта мониторинга.

Изучение движений постоянно действующих базовых станций ГНСС помогает значительно повысить точность результатов геодезического мониторинга и их достоверность, а также вовремя выявить происходящие негативные процессы и предотвратить их.

Объекты и методы

В настоящей работе для анализа были использованы данные, полученные с сети референчных базовых станций Комитета по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга (сеть РС СПб, <http://ref.kgainfo.spb.ru>).

Первым этапом являлась подготовка данных для дальнейшей обработки и анализа. В качестве исходных использовались часовые RINEX-файлы за 2013-2020 года с 5 станций, расположенных в Василеостровском, Ломоносовском, Фрунзенском, Пушкинском и Кронштадтском районах, которые объединялись в пятисуточные файлы.

Полученные файлы загружались на online-сервер CSRS-PPP (Управление природными ресурсами Правительства Канады. Электронный ресурс:

<https://webapp.geod.nrcan.gc.ca>) для обработки в режиме PPP [1]. В качестве системы отсчета выходных данных были заданы параметры международной системы координат ITRF.

Результаты и обсуждение

На основе полученных конечных абсолютных координат были составлены временные ряды, которые обрабатывались с помощью алгоритма «Гусеница»-SSA. Данный метод используется для анализа и прогноза временных рядов [2;3]. Результатом применения является разложение исходного временного ряда на несколько простых компонент: медленные тренды, сезонные и другие периодические составляющие, а также шум. Данный алгоритм был реализован в ПО MathCad.

Если различные компоненты имели одинаковый или близкий периоды, то они объединялись.

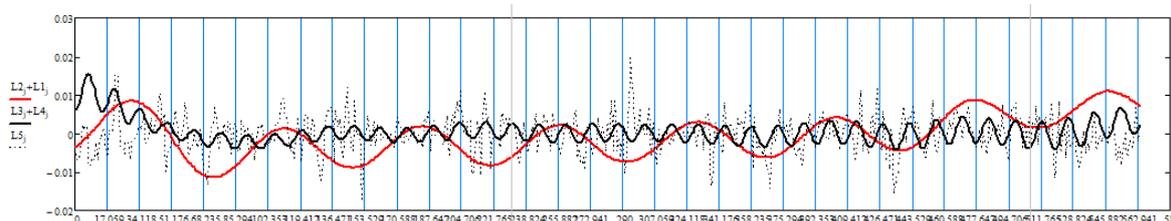


Рис. 1. График компонент ряда, высота, станция SEST.

Представленный на рисунке 1 график отражает пример разложения на компоненты для перемещений станций по высоте. Компоненты L1, L2, L3 и L4 отражают периодические составляющие, компонента L5 – остаточный шум.

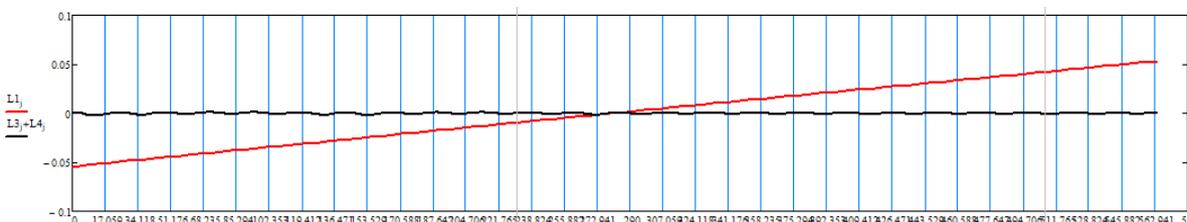


Рис. 2. График компонент ряда координат станции SEST.

График, представленный выше, демонстрирует полученный тренд в движении станций в плане в направлении север-юг. Такие же тренды были получены в направлении запад-восток.

График на рисунке 3 отражает периодические составляющие ряда координат, полученные после исключения тренда и шума.

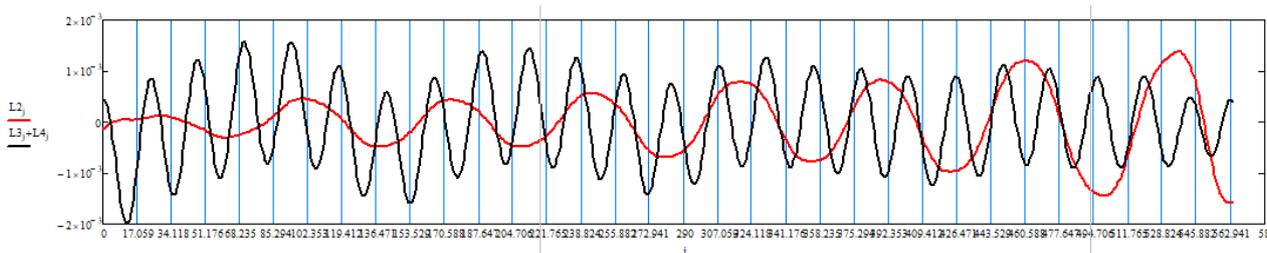


Рис. 3. График периодических составляющих ряда координат станции SEST.

Представленная ниже таблица отражает выявленные периодические составляющие движений станций в плане и по высоте.

Таблица 1. Периодические движения в плане и по высоте станций постоянно действующих сетей г. Санкт-Петербурга

	GORN	KRON	KUP2	LOM2	SEST
Высотная составляющая	12 месяцев, 70 дней				
Плановая составляющая, направление С-Ю	12 месяцев, 3 месяца				
Плановая составляющая, направление З-В	24 месяца, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	12 месяцев, 3 месяца	21 месяц, 3 месяца	21 месяц, 3 месяца

По высоте выделились одинаковые периодики продолжительностью 12 месяцев и 70 дней. В координатах в направлении север-юг выделились составляющие с периодами 12 месяцев и 3 месяца. В плановых движениях в направлении запад-восток периодики различаются по продолжительности, длительность колеблется от 12 до 24 месяцев, единой для всех станций остается составляющая с периодом 3 месяца.

Выявленные амплитуды периодических движений станций составили в среднем по высоте 7-10 мм в длинных периодиках и 3-6 мм в коротких, в плане 1-2,5 мм в длинных периодиках и 1,5-3 мм в коротких.

Кроме того, выявленный в плановых координатах тренд показал явную тенденцию к движению всех станций на северо-восток.

Таблица 2. Трендовые движения в плане станций постоянно действующих сетей г. Санкт-Петербурга

	GORN	KRON	KUP2	LOM2	SEST
Перемещения станций в направлении Ю-С, см.	8,5	10,6	8,7	10,5	10,8
Перемещения станций в направлении З-В, см.	16,1	15,9	15,5	15,7	15,6

Полученные результаты подтверждаются предыдущими исследованиями на территории Балтийского региона, согласно которым пункты ГНСС двигаются в северо-восточном направлении со средней скоростью от 19,9 мм/год на севере до 23,9 мм/год на юге [4].

Составленная в программном обеспечении QuantumGIS карта (рис. 4) наглядно отображает расположение станций и их перемещения за 8 лет по каждому из направлений.

Выводы

Таким образом, в движении референцных станций были выделены тренд и периодические составляющие. Однако в каждом конкретном случае объяснение движений требует специального дополнительного исследования.

Исследование трендов и периодов, а также их причин очень важно при проведении геодезического мониторинга. Они позволяют выявить движения, вызванные естественными процессами.

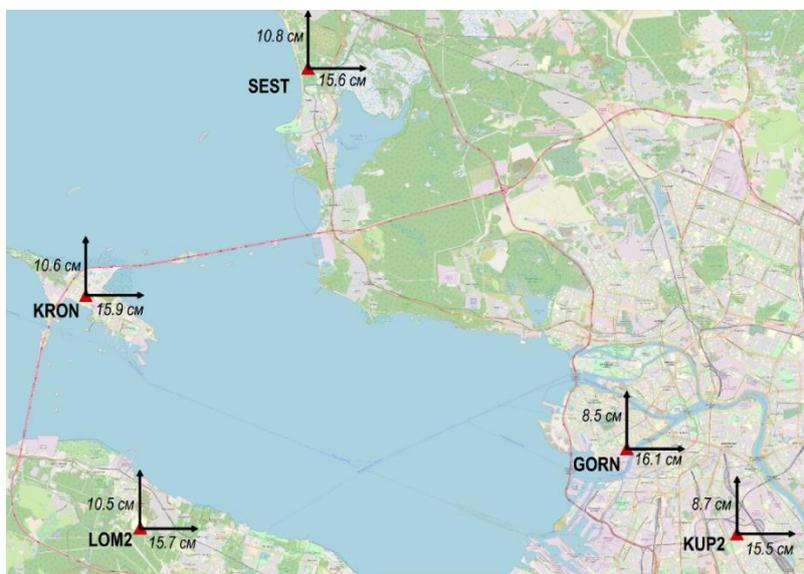


Рис. 4. Схема расположения исследуемых станций и их перемещения.

В дальнейшем планируется работа по интерпретации полученных периодик и обработка данных с использованием других программных продуктов.

Литература

- [1] Антонович К.М., Липатников Л.А. Совершенствование методики точного дифференциального позиционирования по результатам ГНСС-измерений (Precise Point Positioning) // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 44 – 47
- [2] Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов: Учеб.пособие. СПб, 2004, 76 с.
- [3] Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница». Под ред. Д.Л. Данилова, А.А Жиглявского. СПб: Пресском, 1997, 307с.
- [4] Спутниковый мониторинг и сейсмическая активность северо-запада России/ Т.В. Гусева, И.С. Крупенникова, А.Н. Мокрова, В.П. Передерин, Н.К. Розенберг // Геофизические исследования. – 2020. - №1. – С. 24-32.

S u m m a r y. The relevance of the study of movements of base reference stations is determined by the task of increasing the accuracy and reliability of the results of geodetic monitoring carried out using GNSS technologies. The study provides the results of the position of five permanent GNSS stations for 2013-2020. The main attention is paid to the identification of periodic components in the movements of the stations.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок

УрГПУ, г. Екатеринбург, miss.nocentra@list.ru

RESEARCH OF LANDSCAPES OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES BY PHENOLOGICAL METHODS

U.R. Ivanova, N.V. Skok

Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg

Аннотация. Изучение динамики геокомплексов, в особенности на особо охраняемых природных территориях, не теряет своей актуальности на протяжении многих десятилетий. В статье рассматривается опыт проведения фенологического мониторинга на территории природного парка «Оленьи Ручьи». Сезонная динамика ландшафтов территории парка изучалась при помощи интегрального описательного фенологического метода. Он позволяет проводить наблюдения на любых территориях, главным критерием выбора является широкая распространенность изучаемого вида. Таким видом на территории Среднего Урала является береза (*Betula pendula Roth.* и *Betula pubescens*). В результате статистической обработки результатов наблюдения были математически доказаны различия в зеленении березы, как между единицами ландшафтного районирования, так и между отдельными площадками, занимающими различные местоположения. Результаты таких исследований позволяют уточнить границы единиц районирования и дополнить их физико-географическую характеристику.

Ключевые слова: ландшафтоведение, природный парк, фенологические наблюдения, феномониторинг, Оленьи Ручьи.

Введение

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) существуют в каждом субъекте Российской Федерации. В одной только Свердловской области их более ста. Природный парк Оленьи Ручьи, основанный в 1999 году, один из ярких примеров значительной концентрации охраняемых объектов на относительно небольшой территории. Площадь парка с охранной зоной составляет 23200га, на которых расположены 22 памятника природы областного значения и 2 памятника природы федерального значения [3].

С целью уточнения границ единиц ландшафтного районирования и изучения связанных с ними закономерностей пространственной дифференциации фенологических процессов в 1981-1984 гг. на этой же территории Н.В. Скок под руководством В.И. Прокаева проводила ландшафтные исследования [4]. С 2000 года с участием студентов Уральского государственного педагогического университета и выпускников, ставших сотрудниками созданной ООПТ, под руководством Н.В. Скок был возобновлен фенологический мониторинг на территории природного парка. Целью исследований стало изучение сезонной динамики геокомплексов Среднего Урала. Сергинско-Уфимская депрессия и Бардымский низкогорно-хребтовый район стали самой западной частью изучаемой территории.

Объекты, методы и район исследования

С точки зрения ландшафтоведения, природный парк занимает интересную для изучения территорию. Он находится в крайней западной части горной полосы Среднего

Урала в пределах двух ландшафтных районов – районе Сергинско-Уфимской депрессии и Бардымском низкогорно-хребтовом. Сергинско-Уфимская депрессия сложена светло-серыми известняками. Ящикообразная долина р. Серги глубоко врезана, по берегам поднимаются отвесные скалы высотой 20-30 м, сложенные девонскими рифогенными известняками. Осадочно-вулканогенные породы девона и силура, в основном фтаниты, выходят на поверхность на наиболее высоких вершинах Бардымского хребта. На территории обоих районов широко развит карст, поверхностные формы которого представлены логами, воронками и суходолами, кроме того, в парке насчитывается около 60 пещер. Рельеф Бардымского района расчленен долинами притоков Уфы, Серги и Бардыма. Для положительных форм рельефа характерны слабовыпуклые вершины, выходы коренных пород встречаются редко [2]. Изучаемая территория относится к южнотаежной подзоне. Сергинско-Уфимская лежит в барьерной тени от высоких западных предгорий в связи с чем здесь произрастают светлохвойные остепененные южнотаежные леса, а на склонах лучше увлажненного Бардымского хребта – темнохвойные, со значительным участием липы во втором ярусе.

Фенологические наблюдения проводились интегральным описательным методом, предложенным В.А. Батмановым [5]. Суть исследований заключалась в регистрации сезонного состояния, весеннего распускания листьев или осеннего их окрашивания, березы (*Betula pendula* Roth. и *Betula pubescens*) с последующей статистической обработкой данных [1]. Полученные результаты позволяют уточнить границы ландшафтных геокомплексов и дополнить их физико-географическую характеристику. При проведении ежегодных наблюдений становится возможным расчет средних многолетних дат наступления сезонных процессов, а вместе с этим и погодичных отклонений в сезонном развитии.

Для фенологических наблюдений за состоянием березы были выделены 12 площадок вдоль маршрута, пересекающего территорию природного парка с запада на восток вкострости простирания орографических структур. Наблюдения проведены при помощи следующей шкалы:

«0» – дерево голое;

«1» – слабая зеленая дымка (почки начинают «расхохливаться»);

«2» – заметная зеленая дымка (листья достигли размера половины взрослого листа);

«3» – сильная зеленая дымка (листья больше половины взрослого листа).

Для сравнения протекания фенологических процессов в ландшафтных районах площадки группировались по принадлежности к одному из них.

Обсуждение результатов

Исследование фенологического состояния березы в 2018 году были проведены 26 мая. На дату наблюдения в более низкой Сергинско-Уфимской депрессии зазеленело $59 \pm 4,0\%$ берез, а на склонах Бардымского хребта, расположенного в Бардымском низкогорно-хребтовом районе – $44 \pm 3,8\%$. Разница между районами математически доказана и составляет 2,72 при 95%

доверительном интервале. Внутри ландшафтных районов проявляется разнородность в зеленении березы связанная с особенностями местоположений. В депрессии значительно раньше фенологическая фаза наступает на более прогревом плоско-выпуклом междуречье Серги и Демида – процент учетных единиц колеблется от 72 до 84. В 2,5 раза данные показатели отстают в пойме р. Серга в связи с тем, что здесь в переходные сезоны часто проявляются инверсии температуры. Несмотря на небольшую абсолютную высоту (высота горы Митькина 526м) на склонах Бардымского хребта в зеленении березы проявляется влияние высотно-поясного фактора: береза зеленеет раньше в средне-верхних частях склона, чем на вершине и у подножия. На отдельно стоящих вершинах Бардымского хребта, помимо снижения температуры с высотой оказывает влияние ветровой фактор, в связи с чем отставание в зеленении березы здесь максимально – 2%. Кроме того, хребет подвержен влиянию барьерно-экспозиционного фактора: восточный склон доказано опережает западный – разница при 95% доверительном интервале составляет 5,89.

Таблица 1. Наблюдения за зеленением березы в природном парке Оленьи ручьи 26.05.2018 года

Ландшафтный район	Площадка наблюдений	% учетных единиц, перешедших между \pm ошибка наблюдения	
Сергинско-Уфимская депрессия	Между г. Нижние Серги и ст. Бажуково	75 \pm 3,0%	59 \pm 4,0%
	Ст. Бажуково	72 \pm 4,1%	
	Правое междуречье р. Серга	84 \pm 3,6%	
	Пойма р. Серга	31 \pm 4,7%	
	Левое междуречье р. Серга	31 \pm 4,7%	
Бардымский низкогорно-хребтовый	Нижняя часть западного склона горы Митькиной	8 \pm 2,7%	44 \pm 3,8%
	Средняя часть западного склона горы Митькиной	32 \pm 4,7%	
	Верхняя часть западного склона горы Митькиной	77 \pm 4,2%	
	Вершина горы Митькиной	2 \pm 1,0%	
	Верхняя часть восточного склона горы Митькиной	53 \pm 5,0%	
	Средняя часть восточного склона горы Митькиной	73 \pm 4,4%	
	Нижняя часть восточного склона горы Митькиной	60 \pm 4,8%	

Выводы

- Все разнообразие местоположений геокомплексов среднего ранга, в контексте изучения динамики ландшафтов, можно учесть единовременно интегральным описательным методом, разработанным В.А. Батмановым.
- Единственным минусом интегрального описательного метода является недостаточное распространение объекта наблюдения по территории. В данном случае, среди прочих широко распространенных древесных видов была выбрана именно береза, так как она занимает максимальные площади.
- Данный метод помогает при помощи несложных наблюдений зафиксировать основные географические закономерности: высотно-поясные и барьерно-экспозиционные.

Литература

- [1] *Иванова Ю.Р., Скок Н.В.* Применение экспедиционных методов в ландшафтно-фенологических исследованиях // *Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г.* 2017. № Т. 1 (в 3 т.). С. 274-278.
- [2] *Иванова Ю.Р., Скок Н.В., Евдокимова А.М.* Ландшафтно-фенологические наблюдения в природном парке «Оленьи Ручьи». *Материалы Международной научно-практической конференции «Заповедное дело: достижения, проблемы и перспективы».* Оренбург, 2019. // *Вопросы степеведения.* № 15. С. 115-117.
- [3] Особо охраняемые природные территории // *Информация об особо охраняемых природных территориях регионального и местного значения, расположенных в Свердловской области (по состоянию на 31.12.2015).* URL: http://mprso.midural.ru/uploads/Свердловской_области_31.12.2015.xlsx (дата обращения: 27.02.2021).
- [4] *Скок Н.В.* Осенние фенологические различия между ландшафтными районами южной части горн Среднего Урала // *Ландшафтные исследования на Урале.* 1985. С. 58-68.
- [5] *Скок Н.В., Янцер О.В., Иванова Ю.Р.* Использование количественных фенологических методов для характеристики горной полосы Среднего Урала // *Вестник ТГУ.* 2014. № вып.5 (Т. 19). С. 1569-1572.

S u m m a r y. The study of the dynamics of geocomplexes, especially in specially protected natural areas, has not lost its relevance for many decades. The article discusses the experience of phenological monitoring on the territory of the Olenyi Ruchyi nature park. The seasonal dynamics of the landscapes of the park territory was studied using the integral descriptive phenological method. It allows observation in any territory; the main selection criterion is the wide distribution of the studied species. Birch (*Betula pendula Roth. and Betula pubescens*) is such a species in the Middle Urals. As a result of statistical processing of the observation results, differences in the greening of birch were mathematically proved, both between the units of landscape zoning, and between individual sites occupying different locations. The results of such studies make it possible to clarify the boundaries of regionalization units and supplement their physical and geographical characteristics.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ КАНАЛОВ LANDSAT 8 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

М.Б. Каган¹, Н.А. Позднякова²

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, ¹ st061179@student.spbu.ru, ² n.pozdnyakova@spbu.ru

USAGE OF LANDSAT 8 THERMAL BANDS FOR URBAN TEMPERATURE MEASUREMENTS ON THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG

M.B. Kagan, N.A. Pozdnyakova

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. В данной статье показываются перспективы применения данных дистанционного зондирования при мониторинге островов тепла городов на примере Санкт-Петербурга. Расширение города приводит к застройке новых территории, уплотнению других земель, часто за счет зеленых насаждений, лесных массивов, сельскохозяйственных угодий, заменяя на асфальтовое покрытие, бетон и другие материалы, которые накапливают больше количество тепла, тем самым увеличивая температуру поверхности земли, которая и так повышена за счет уже существующей застройки.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, космические снимки, острова тепла.

Введение

Города развивались и расширялись на всем протяжении человечества, но в прошлом веке началось стремительное расширение территории, которое имеет тенденцию продолжаться и в наши дни. На начало 20 века в городах проживало примерно 15%, но к 2000 году составляла 47%, а к 2014 году 54% и по прогнозам на 2030 год ожидается свыше 60%. Ученые выделяют для роста городов понятие урбанизации. Это процесс роста городов и повышение их роли в обществе, протекающий в мировых масштабах. К урбанизации относится миграция населения из сельской местности в городскую в поисках работы. Это не только рост городов, но и процесс объединения городов между собой, который называется агломерацией.

Урбанизация порождает повышение температуры в городах, тем самым приводя к появлению новых островов тепла. Это городская территория, над которой значительно теплее, чем в сельской местности. Впервые эффект открыл Люк Говард в Лондоне. Он измерял температуру в сельской и городской местности. Оказалось, что в городах более теплее, особенно в ночное время [6]. Связано с тем, что здания, асфальтовые покрытия начинают переизлучать накопленное за день тепло. В основе повышения тепла лежит маленький процент озеленения и водной поверхности, которая могла бы охлаждать близлежащие территории [1].

Наблюдается изменение климата с повышением температур за счет парникового эффекта, но это не обходит и города, где наблюдаются острова тепла, в которых еще увеличивается температура. И это негативно влияет на психологическое и физиологическое здоровье горожан таким заболеваниями как сердечно-сосудистые, респираторные, неврологические и другие [4].

Во многих городах проводят исследования по снижению температуры. Например, в Париже в 2003 году была высокая смертность населения от

прихода тепла. И после такого неприятного события, власти начали озеленять улицы, устанавливая фонтаны, которые могли бы давать прохладу горожанам в очень жаркие дни.

Регион исследований, объекты и методы

Санкт-Петербург располагается на северо-западе России и занимает площадь в 1439 км², из которой сплошная застройка составляет 650 км². Координаты центра — 59°57' с.ш. 30°19' в.д. По агломерации Санкт – Петербург занимает 73 место в мире с населением 5126 тыс. чел по данным на 2015 год. В 2020 году уже составило 5398 тыс.чел.[2]. Происходит прирост людей, который за собой влечет увеличение строительства новых жилых кварталов. В городе за последнее время увеличивается застройка территорий как в границах, так и рядом с ней со стороны Ленинградской области (г. Кудрово, г. Мурино и другие поселения). Во многих случаях расширение идет за счет сельскохозяйственных угодий, лесов, зеленых зон и появлением на этом месте бетонных, кирпичных сооружений с огромными пространствами асфальта. За день поверхности прогреваются и начинают отдавать тепло в ночное время, увеличивая тем самым температуру воздуха.

Для исследования использовали тепловые каналы американского спутника Landsat 8, в которых появляется возможность оценить внутреннюю пространственную структуру городских островов тепла и проследить динамику во времени и пространстве локальных тепловых аномалий. Он снабжен двумя съемочными комплексами, аппаратом оперативной телевизионной съемки Земли (Operational Land Imager (OLI)) и тепловым инфракрасным датчиком или тепловым инфракрасным сенсором (Thermal InfraRed Sensor (TIRS)). Тепловыми каналами у него считается 10 и 11 (табл. 1) [5]. Но стоит отметить, что полученная температура не воздуха, а земной поверхности.

Таблица 1. Тепловые каналы Landsat 8

TIRS (Thermal Infrared Sensor)	Диапазон	Разрешение
Канал 10 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR1)	10.30 – 11.30	100 м
Канал 11 – Дальний ИК (Long Wavelength Infrared, TIR2)	11.50 – 12.50	100 м

Для расчета температуры земной поверхности использовался 10 канал, поскольку 11 канал значительно больше подвержен бликам, засветам и погрешностям датчика. Тепловой инфракрасный датчик снимает в относительных значениях температуру, в связи с чем мы должны пересчитать значения в градусы Цельсия, используя калькулятор Atmospheric Correction Parameter Calculator через открытый интернет ресурс [3].

Для работы мы использовали открытые исходные данные с сайта Геологической службы США, где скачали снимки Landsat 8 на территорию города Санкт-Петербурга за 2015 и 2020 года (рис. 3).

В модуле Land Surface Temperature Estimation Plugin в программном продукте с открытым кодом QGIS произвели обработку теплового канала B10 для того, что бы получить реальные значения температуры поверхности. Затем провели классификацию температур (рис.1) с подключением модуля Terrain Profile. В модуле встроена возможность проведения линии по карте и получения графика изменения температуры поверхности на всем протяжении данной линии (рис. 3). Хочется отметить, что погода в 2015 и 2020 годах по градусам одинакова, что подтверждено просмотром архива погоды на сайте <https://rp5.ru/> на дату съемки снимков и составляла 15.8°C, то есть у нас одинаковые условия исследования по температуре.

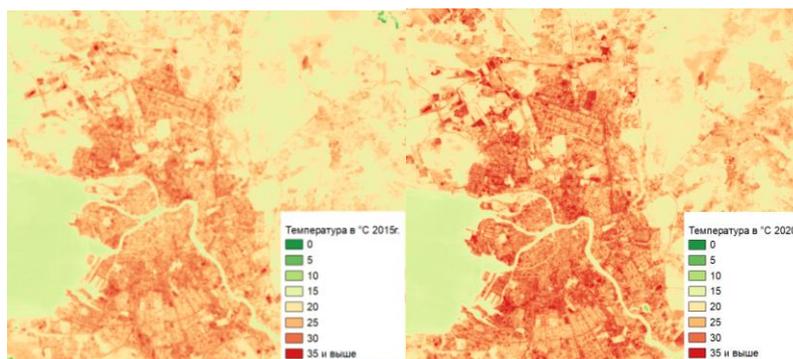


Рис. 1. Тепловые карты на территорию Санкт-Петербурга на 2015 г. и 2020 г.

Обсуждение результатов

Для примера рассмотрим территорию на северо-востоке Санкт-Петербурга в районе реки Охты. По графику (рис. 2) видно, что в 2015 году данная местность не застраивалась, но к 2020 году стала урбанизированной. Также прослеживается ярко выраженное изменение температуры. Особенно выделяется магазин/склад с парковкой в начале графика, которые стали давать локальный остров тепла в данном месте. Наблюдается повышение температуры в среднем на 5°C. В конце графика видно, что температура примерно одинакова, что может говорить нам о наличии зеленой зоны в этом месте.



Рис. 2. Изменение температуры на застроенных участках за 5 лет.



Рис. 3. Прохождение профиля в 2015 г. и 2020 г. на космоснимках.

Анализ городских островов тепла - один из самых простых способов увидеть, как человеческое воздействие может изменить нашу планету. Асфальт, бетон, кирпич, крыши домов, антропогенные источники создают острова тепла, в которых температура выше, чем в ближайшей сельской местности. А это не благоприятно сказывается на местных жителях, увеличивается количество заболеваний, смертность. Озеленение территории, зеленые крыши и дома, создание водоемов помогают бороться теплом в городе.

Выводы

Увеличение числа методов дистанционного зондирования земли открывает новые возможности для создания перспективных инструментов, обеспечивающих поддержку планирования и принятия решений по управлению территорией города органами местного самоуправления и предоставляющих пространственные данные о территории заинтересованным лицам, в том числе градостроителям, архитекторам, проектировщикам, инвесторам, девелоперам, кадастровым инженерам и пр. Интеграция различных источников данных, их совместная обработка повышает качество и информативность результатов, полученных с использованием этих данных. С помощью космических снимков получены данные об изменении температуры в городе. Этот опыт можно перенести и на исследования других крупных городов России. Результаты работы могут быть применимы для комплексной оценки условий комфортного проживания человека и повышения качества жизни населения.

Литература

- [1] Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном диапазоне / Е.А. Балдина, П.И. Константинов и др. // Земля из Космоса. – 2015. – Спецвыпуск. – С. 38–42.
- [2] <https://www.gov.spb.ru/helper/day/> Администрация Санкт-Петербурга. Дата обращения: 20.02.2021.
- [3] https://wiki.gislab.info/w/Оценка_температуры_поверхности_из_снимка_Landsat_8_при_помощи_Land_Surface_Temperature_QGIS_Plugin Построение тепловых карт. Дата обращения: 24.02.2021.
- [4] <https://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/ru/> Урбанизация и проблемы со здоровьем. Дата обращения: 24.02.2021.
- [5] <https://innoter.com/sputniki/landsat-8/> Landsat 8. Дата обращения: 20.02.2021.
- [5] Luke Howard, The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, 2 vol., London, 1818.
- [6] Luke Howard, The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis, 2 vol., London, 1818

S u m m a r y. This article shows the prospects for the use of remote sensing data for monitoring heat islands in cities using the example of St. Petersburg. The expansion of the city leads to the development of new territories, the compaction of other lands, often at the expense of green spaces, forests, agricultural land, replacing with asphalt pavement, concrete and other materials that accumulate more heat, thereby increasing the temperature of the earth's surface, which is already increased due to existing buildings.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И СМЕЖНЫХ НАУК В РОССИИ

Н.А. Кондратов

САФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, n.kondratov@narfu.ru

STRATEGIC DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROMETEOROLOGY AND RELATED SCIENCES IN RUSSIA

N. Kondratov

Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

Аннотация. В начале XXI в. на государственном уровне во многих странах, в том числе в России, уделяется повышенное внимание развитию гидрометеорологии и смежных сфер деятельности. Это объясняется стратегической ролью гидрометеорологии в накоплении знаний с целью объяснения современных тенденций изменения климата, а также определяется вкладом в обеспечение глобальной и национальной безопасности. С опорой на принимаемые в РФ документы в статье предпринята попытка осмыслить актуальные направления развития гидрометеорологии в первой половине XXI в.

Ключевые слова: гидрометеорология, мониторинг окружающей среды, природопользование, Российская Арктика.

Введение

Развитию гидрометеорологии и смежных наук (метеорологии, климатологии, гидрологии, океанологии, агрометеорологии, мониторинга окружающей среды и других) уделяется внимание во многих государствах.

Распоряжением Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 1458 была утверждена Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата). Цель стратегии - формирование высокоэффективной гидрометеорологической службы, обеспечивающей национальную гидрометеорологическую безопасность, т.е. защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, в т.ч. изменений климата [2].

Объекты и методы

Высокая наукоемкость деятельности в области гидрометеорологии требует постоянного научно-методического сопровождения всех видов наблюдений и работ, выполняемых участниками деятельности гидрометеорологической службы в соответствии с требованиями Всемирной метеорологической организации (далее – ВМО). В статье с использованием аналитического метода на основе принимаемых в России стратегических документов сформулированы актуальные направления развития гидрометеорологии и смежных областей в первой половине XXI в.

Обсуждение результатов

Для устойчивого и эффективного развития гидрометеорологии и смежных отраслей необходимо обеспечить [1, 2, 4, 5]:

1. **Развитие государственной наблюдательной сети.** Развитие наземной системы стационарных и подвижных пунктов наблюдений включает в себя

метеорологические, гидрологические, метеорологические радиолокационные и аэрологические, гелиогеофизические наблюдения (в верхней атмосфере и ионосфере), а также мониторинг загрязнения окружающей среды (загрязнение атмосферного воздуха, качества поверхностных вод, почв и особо охраняемых территорий) и цунами (для дальневосточного региона). Важное государственное значение имеет организация регулярных длительных наблюдений за составом атмосферы. Это связано с необходимостью изучения причин и последствий изменения климата, поскольку многие параметры состава атмосферы являются индикаторами антропогенного воздействия на климатическую систему. Требуется развитие системы океанографических наблюдений. В России они осуществляются по программам судовых наблюдений, а также сетью, состоящей из береговых и островных морских гидрометеорологических пунктов наблюдений и дрейфующих буев. Развитие системы наблюдений в Мировом океане требует ее технического перевооружения, модернизации программ наблюдений, пополнения специализированного научно-исследовательского флота. Особую актуальность приобретает воссоздание российской космической наблюдательной системы, что будет способствовать осуществлению на равноправной основе обмена метеорологической информацией с зарубежными странами.

2. Развитие технологий обработки и распространения данных наблюдений, прогнозирования состояния окружающей среды, ее загрязнения. Модернизация вычислительных и телекоммуникационных средств обработки гидрометеорологических данных и прогнозирования состояния окружающей среды возможно только с активным использованием суперкомпьютерных технологий. Такие технологии предусматривают создание интерактивной системы на основе комплексирования данных наземных наблюдений, космического зондирования и математического моделирования, а также систем детализированного прогнозирования погоды в локальном, средне- и долгосрочном периодах. С 2013 г. в России функционирует **Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане**, с помощью которой осуществляется информационное обеспечение морской деятельности РФ.

3. Развитие Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении и других фондов данных. Решение этой задачи подразумевает создание и внедрение новых технических средств и технологий, модернизацию на регулярной основе комплексов накопления, архивации и обработки данных по гидрометеорологии, гелиогеофизике, загрязнению окружающей среды, а также предоставления информации потребителям (в т. ч. с использованием Интернет-технологий), что позволит ликвидировать отставание от аналогичных комплексов, существующих в зарубежных странах.

4. Развитие базовых систем получения, сбора, обработки, хранения и распространения информации о состоянии окружающей среды позволит перейти к **решению гидрометеорологической службой прикладных задач**, включая оценку изменений климата и последствий этих изменений в различных регионах, уязвимость секторов экономики, возможности смягчения антропогенного воздействия на климат, а также осуществления специализированного

гидрометеорологического обеспечения секторов экономики (сельского хозяйства, морского и сухопутного транспорта). В соответствии с Транспортной стратегией РФ на период до 2030 года будут проведены работы по совершенствованию метеорологического обеспечения безопасности воздушного движения, соответствующие требованиям Конвенции о международной гражданской авиации. Основные направления совершенствования метеорологического обеспечения обусловлены оптимизацией сети аэропортов, учетом геополитических интересов государства и экономической целесообразности, увеличением количества внутренних и международных перевозок, а также развитием аэропортовой инфраструктуры и аэронавигационной системы России.

С целью **развития гидрометеорологического и гелиогеофизического обеспечения деятельности в Арктике (с учетом стратегии российского присутствия и деятельности Российского научного центра на архипелаге Шпицберген)** требуется восстановить количество пунктов гидрометеорологических и гелиогеофизических наблюдений до уровня, отвечающего требованиям к точности краткосрочного прогноза погоды и предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях. Для обеспечения интересов РФ в высокоширотных районах требуется расширить флот научно-исследовательских судов ледового класса водоизмещением от 10 тыс. т с неограниченным районом плавания в морях Северного Ледовитого океана.

В Стратегии развития Арктической зоны РФ на период до 2035 г. подчеркивается, что глобальные климатические изменения представляют собой вызов устойчивому развитию страны (п. 4, пп. «в»; п. 5, пп. «г, д»; п. 7, пп. «а»; п. 11, пп. «р»; п.13, пп. «л, н, о»; п. 14, пп. «г, д»; п. 15, пп. «а – ж») [3]. Как известно, повышение температуры воздуха в Арктике происходит темпами, в 2-2,5 раза превосходящими среднемировые. Такие вызовы способствуют возникновению как новых возможностей социально-экономического развития арктических территорий (например, в контексте использования Северного морского пути и развития добычи полезных ископаемых), так и новых угроз для окружающей среды, хозяйственной деятельности, благополучия человека на Крайнем Севере и в Арктике. При этом изменения климата развивается на фоне нехватки наших знаний об их природе и последствиях. Трансформации в окружающей среде требуют разработки специальных подходов к определению направлений развития Российской Арктики, повышению адаптации населения (в т.ч. коренных малочисленных народов), экономики, объектов инфраструктуры, социальной сферы, системы мониторинга и охраны окружающей среды к прогнозируемым изменениям климата. Важное значение имеет развитие международного сотрудничества по изучению арктических экосистем и изменения климата.

Обеспечение гидрометеорологической и гелиогеофизической информационной поддержки деятельности РФ в Антарктике (в районе действия Договора об Антарктике) предполагает модернизацию государственной наблюдательной сети на основе развития автоматических метеостанций, геофизических станций, формирования морских судовых экспедиций и прибрежных гидрологических наблюдений; создание постоянно действующих систем

комплексного мониторинга состояния окружающей среды Антарктики в рамках Российской антарктической экспедиции.

Развитие системы противорадовой защиты территорий методами активного воздействия на метеорологические и другие геофизические процессы предусматривает оснащение противорадовых служб усовершенствованными средствами обнаружения и активного воздействия на грозоградные процессы, а также организацию новых противорадовых отрядов.

Достижение высокого уровня оправдываемости прогнозов лавинной опасности и защищенности населения, предприятий, сферы услуг от схода снежных лавин, разработка и внедрение новых технологий активных воздействий на снежные лавины актуально в субъектах Северо-Кавказского федерального округа, Забайкальского, Камчатского и Красноярского краев, Магаданской и Сахалинской областях.

5. Развитие и внедрение методик оценки экономического эффекта от гидрометеорологического обеспечения социально-экономического развития подразумевает оценку влияния деятельности в области гидрометеорологии на целевые показатели и индикаторы реализации стратегий развития и программ развития отраслей и секторов экономики, внедрение государственной статистической отчетности по предотвращенному ущербу от воздействия опасных природных явлений.

6. Развитие системы взаимоотношений между участниками деятельности в области гидрометеорологии и смежных областях и потребителями информации предполагает, прежде всего, совершенствование законодательства, повышение эффективности контроля за его исполнением. Инициативы должны быть направлены на создание благоприятных условий для физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях; активизацию предоставления услуг в области специализированного гидрометеорологического обеспечения на платной основе и с привлечением новых участников деятельности гидрометеорологической службы в эту сферу (при безусловном сохранении главенствующей роли государства в финансировании государственных учреждений, осуществляющих деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях), развитие гидрометеорологического компонента в крупных инвестиционных проектах, выполняемых при поддержке различных источников финансирования; взаимодействие со СМИ при распространении гидрометеорологической информации; развитие музейной деятельности, в т.ч. в музеях при организациях гидрометеорологической службы, активизация выставочной деятельности с использованием российских и международных площадок, издание книг и брошюр по тематике гидрометеорологии.

7. Обеспечение выполнения международных обязательств РФ, расширение международного сотрудничества в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на основе участия России в деятельности международных органов, прежде всего, ВМО, и развития двустороннего сотрудничества с зарубежными странами с учетом возможных политических, финансовых и технологических выгод для РФ.

Выводы

Развитие гидрометеорологии и смежных областей в XXI в. – актуальная межведомственная задача. В целях повышения качества гидрометеорологического обеспечения природопользования на принципах государственно-частного партнерства, но при определяющей роли государства, необходимо решить несколько стратегических задач. Приоритетное внимание должно быть уделено первичному источнику пополнения современных знаний о процессах, происходящих в атмосфере и гидросфере, – увеличению количественного состава пунктов государственной наблюдательной сети, оснащении ее современными автоматизированными и автоматическими средствами наблюдений (особенно в труднодоступных и отдаленных районах), приборами, аналитическим и вспомогательным оборудованием, надежными системами связи. Развитие наблюдательной сети должно осуществляться в увязке с программами социально-экономического развития страны и ее регионов, в т.ч. арктических. Необходимо развивать международное сотрудничество в гидрометеорологии и смежных областях. Критически важно создать условия для привлечения и закрепления в гидрометеорологической отрасли высококвалифицированных специалистов.

Литература

- [1] Всемирная метеорологическая организация. URL: <https://public.wmo.int/ru> (дата обращения: 10.01.2021). - Загл. с экрана.
- [2] Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата). Утверждена Распоряжение Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 1458. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902234282> (дата обращения: 10.01.2021) - Загл. с экрана.
- [3] Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г. Утверждена Указом Президента РФ 26 октября 2020 года № 645. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/64274>. (дата обращения: 10.01.2021) - Загл. с экрана.
- [4] Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <http://www.meteorf.ru/> (дата обращения: 10.01.2021) - Загл. с экрана
- [5] Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» от 19 июля 1998 г. № 113 (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/12112455/> (дата обращения: 10.01.2021) - Загл. с экрана.

S u m m a r y. At the beginning of the XXI century, at the state level in many countries, including Russia, increased attention is paid to the development of hydrometeorology and related fields of activity. This is due to the strategic role of hydrometeorology in the accumulation of knowledge to explain current trends in climate change, as well as the contribution of this science to global and national security. Based on the documents adopted in the Russian Federation, the article attempts to understand the current trends in the development of hydrometeorology in the first half of the XXI century.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РАЗВИТИЕ КРИОЛИТОЗОНЫ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

В.Ф. Куликов, О.А. Шелухина

РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, kuvf@yandex.ru, oshell@yandex.ru

IMPACT OF CLIMATIC PROCESSES ON DEVELOPMENT OF CRYOLITHOZONE OF YAMAL PENINSULA

V.F. Kulikov, O.A. Shelukhina

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. Береговая зона полуострова Ямал разрушается под влиянием термоабразии и термоденудации. Потепление климата может стать причиной развития широкого спектра геокриологических процессов, образующих парагенетические ряды, развивающиеся с большой скоростью и со значительным эффектом от их суммарного проявления, что может быть опасно при хозяйственном освоении территории.

Ключевые слова: потепление климата, геокриологические условия, многолетнемерзлые породы, сезонное оттаивание.

Введение

Начиная с середины 60-х годов на территории России преимущественно отмечается потепление климата [4, 9]. Среди ученых существует две основные точки зрения: первая вытекает из согласия с концепцией глобального потепления, вторая – утверждает, что текущее потепление климата хорошо вписано в естественный колебательный цикл с периодом примерно в 30 лет. Эксперты, последних лет, отмечают, что современное потепление самое значительное за последние 1000 лет [9]. Это потепление носило ступенчатый характер, которое связывают с ростом концентрации CO₂, метана и другими парниковыми газами в атмосфере. Интенсивность потепления за 100 лет (1901 – 2000 лет) составила в среднем по России 0,9°C. Во второй половине XX века отмечается положительный тренд. Для России в целом потепление более заметно зимой и весной [4]. Возникшие условия способны повлиять на состояние многолетнемерзлых пород [1, 5, 2]. Изменение температуры поверхности почвогрунтов также оказывает влияние на атмосферу. Атмосферные осадки оказывают влияние на увлажнение почвы в теплое время года и на высоту снежного покрова в холодное полугодие, которые определяют интенсивность проникновения волн тепла и холода из атмосферы в почвогрунты на глубину. По данным Росгидромета [8] в период с 1976 по 2006 годы количество осадков увеличилось на 1-20 мм/10 лет. Причем, количество увеличилось в холодное время года. В связи с этим отмечается увеличение высоты снежного покрова в среднем по России на 2-6 см (в Западной Сибири эти значения ещё выше). Таким образом, по данным Росгидромета в России за последние 36 лет изменились показатели климата, определяющих состояние мерзлоты.

Регион исследований, объекты и методы

В.П. Нечаев [6] установил индекс суровости для региона исследования на отметке $I < -1$. Однако, за последние 15 лет, площадь этого индекса сократилась

и южная часть Ямала уже отнесена к индексу $I < -2$ (фактическая площадь ММГ осталась неизменной) (рис. 1, 2).

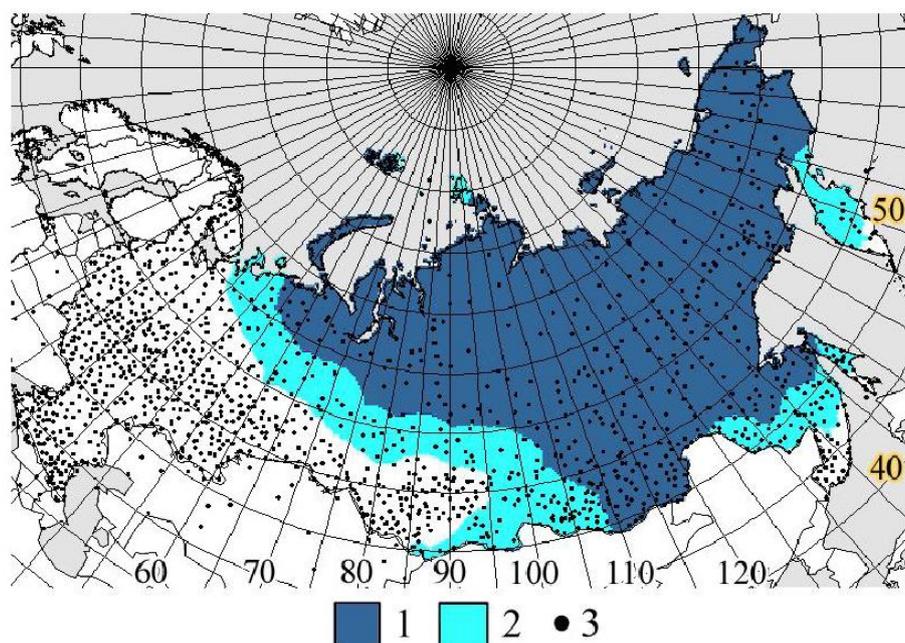


Рис. 1. Пространственное распределение индекса суровости климата
В.П. Нечаева ($I < -1$):

1 – районы, благоприятные для существования мерзлых почво-грунтов ($I < -1$) в 1961 – 1990 гг. и сохранившиеся в 1991 – 2005 гг.; 2 – районы, благоприятные для существования мерзлых почвогрунтов ($I < -1$) в 1961 – 1990 гг., но не сохранившиеся в 1991 – 2005 гг.; 3 – метеостанции [6].

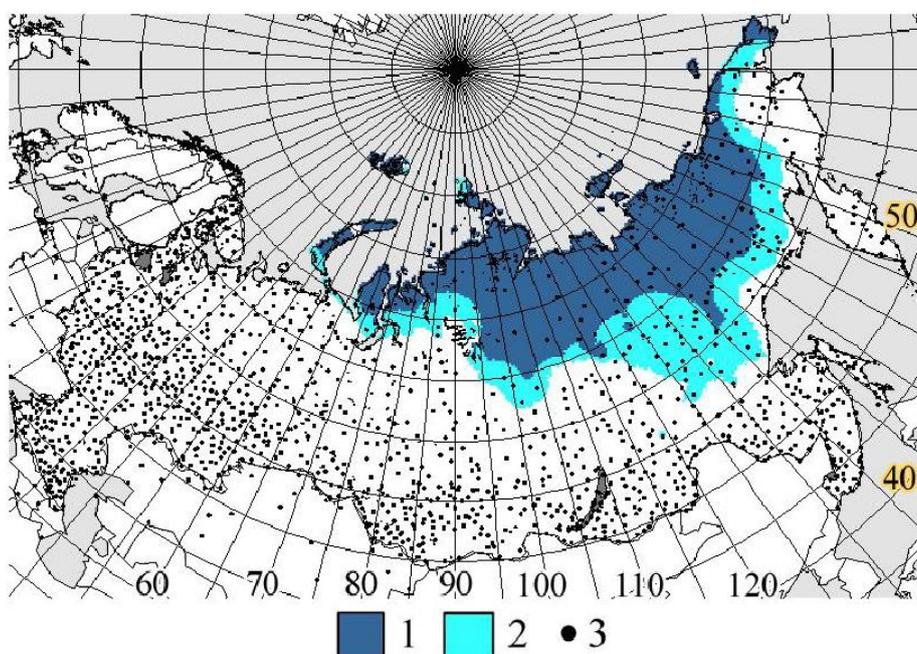


Рис. 2. Пространственное распределение индекса суровости климата
В.П. Нечаева ($I < -2$):

1 – районы, благоприятные для сохранения сплошных мерзлых почво-грунтов ($I < -2$) в 1961 – 1990 гг. и сохранившиеся в 1991 – 2005 гг.; 2 – районы, благоприятные для сохранения

сплошных мерзлых почвогрунтов (I<-2) в 1961 – 1990 гг., но не сохранившиеся в 1991 – 2005 гг.; 3 – метеостанции [6].

Следует отметить, что в площадном выражении наблюдаемые в атмосфере изменения должны сказаться на сокращении площадей ММГ с запаздыванием. Важным звеном передачи изменений климата в почво-грунтах на глубине до 320 см являются их теплофизические свойства. Изменение фазы амплитуды в разных почвогрунтах неодинаковы (различна теплоемкость и теплопроводность из-за состава, плотности, влажности и фазового состояния воды). В среднем сдвиг в Западной Сибири составляет 13-19 дней. В работах А.Б. Шерстюкова [7] приведены показатели корреляции между температурой воздуха и температурой почвогрунтов: для Ямала летом $0,6 < r < 0,8$ и $0,2 < r < 0,3$ в зимний период. Зимние значения корреляции слабее и влияние многолетних изменений температуры в зоне мерзлоты на глубине 320 см практически не проявляется, влияющий на среднегодовую температуру почвогрунтов.

Одним из показателей сохранения мерзлоты является амплитуда колебания температуры до полного её затухания на глубине. Деграция мерзлоты не происходит если минимальные и максимальные отметки температуры имеют отрицательные значения. На Ямале средняя температура на глубинах 80, 160, 240, 320 см за последние три десятилетия повысилась на 0,3 – 0,4 С. Максимальные и минимальные значения сходятся в области отрицательных показателей. Летнее протаивание отмечается и на глубине 320 см и в южной части Ямала оно увеличилось на 20 см/ 5 лет.

Сотрудниками института климата и экологии РАН (ИКГЭ) разработан сценарий вероятного повышения среднегодовой температуры воздуха на основе наиболее перспективных моделей общей циркуляции атмосферы, что дает возможность получить средневзвешенные значения температуры воздуха в центре выделенных на географической карте сегментов с определенными координатами. Сопоставление этих результатов с прогнозами зарубежных исследователей показывает идентичность общих тенденций изменения температуры приземного слоя в будущем. Отмечается и более значительное повышение зимних температур воздуха по сравнению с летними, приуроченность областей с наибольшими повышениями среднегодовых температур воздуха к восточным областям России. Однако количественные оценки повышения среднегодовых температур воздуха по сценарию ИКГЭ оказываются несколько больше, чем по сценариям зарубежных исследователей [3].

Привлекательность сценария ИКГЭ, по сравнению с другими, заключается в том, что в этом прогнозе приводятся данные не только о повышении среднегодовых температур воздуха в связи с увеличением содержания в атмосфере парниковых газов, но и дается прогноз тренда температур воздуха в каждом выделенном географическом сегменте за каждый отдельно взятый месяц на конечный момент прогноза (2100 г.). Результаты этого климатического прогноза удобно использовать для дальнейшего прогнозирования тенденций изменения геокриологических условий в будущем.

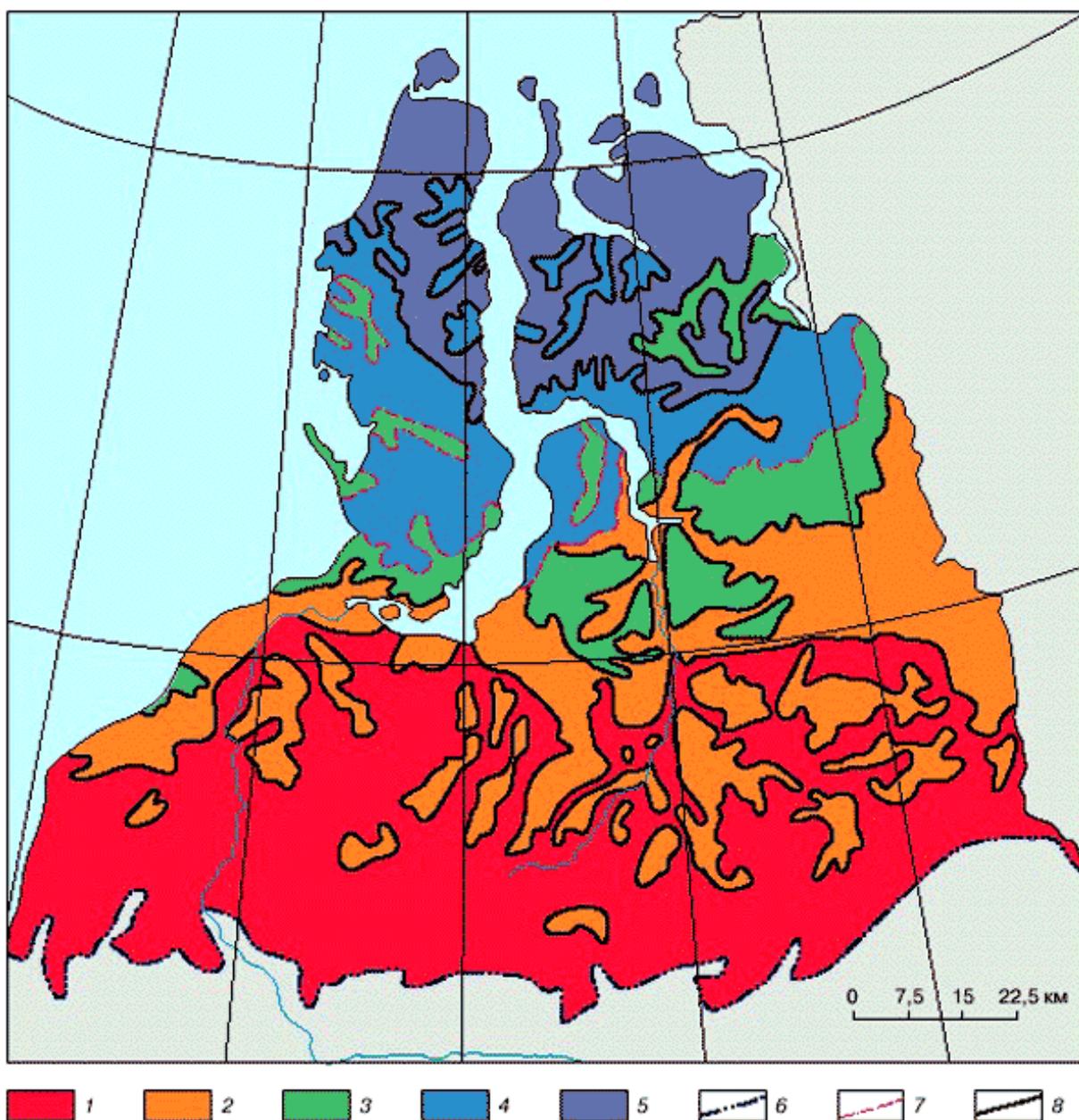


Рис. 3. Прогнозная геокриологическая карта севера Западной Сибири на 110-й год от начала возможного глобального потепления климата (по сценарию ИГКЭ):

1 - территория протаявших ММП; 2 - территория распространения ММП несливающегося типа с глубиной залегания кровли (h) в торфах более 3,5 м, в суглинках 8-15 м, в песках 15-25 м и где среднегодовая температура пород (t_0) повысится от 0 - (-3) до 0 - (-0,5) °С; 3 - территории распространения ММП несливающегося типа с h в торфах 1,5-3,5 м, в суглинках 3,5-8 м, в песках 6-13 м и где t_0 повысится от (-3) - (-5) до (-1) - (-2) °С; 4 - территории распространения ММП, t_0 которых повысится от (-5) - (-7) до (-1) - (-2) °С с участками несливающихся ММП, где h в торфах до 1,5 м, в суглинках до 3,5 м, в песках до 6 м; 5 - территории сплошного распространения ММП, t_0 которых повысится от (-7) - (-9) до (-2) - (-4) °С; границы: 6 - современная южная граница распространения ММП, 7 - прогнозная южная граница распространения ММП, 8 - граница территорий с разными прогнозными геокриологическими условиями [3].

На основе существующих представлений о закономерностях формирования температурного режима многолетнемерзлых толщ с использованием любого из сценариев глобального потепления можно дать количественную оценку деградации криолитозоны и оценить возможные последствия этого процесса. Так, на рисунке 3 в графическом виде продемонстрирован прогноз деградации криолитозоны севера Западной Сибири к 2100 году по сценарию ИГКЭ. Как видно из этой схемы, для полуострова Ямал речь идет не о полном вытаявании многолетнемерзлых толщ, а лишь о понижении температур мерзлых толщ у поверхности с -5° до -1°C . Учитывая большое количество энергии, необходимой для фазового перехода, катастрофического усиления геокриологических процессов в результате повсеместной деградации мерзлых толщ, ожидать не следует. Территории с реликтовыми многолетнемерзлыми породами распространятся лишь на 5-7% площади полуострова. Это в основном юг и русло и пойменная долина р. Юрибей в Центральном Ямале.

На рисунке 3 представлена вероятная динамика деградации криолитозоны Центрального Ямала на основе данных ст. Марре-Салле. К 2075 году предполагается увеличение температуры первых 10 м многолетнемерзлых пород до 0°C , а к 2100 году возможно многолетнее оттаивание слоя мощностью 3-5 метров от поверхности. Таким образом, до 2075 года катастрофического усиления термоэрозийных процессов на Ямале ожидать не следует. Естественно, на юге полуострова деградация криолитозоны будет происходить несколько интенсивнее, чем на севере, где многолетнего оттаивания скорее всего не произойдет из-за существенной энергии, необходимой для фазовых переходов.

Потепление климата и соответствующее увеличение глубины сезонного оттаивания приведет к увеличению пучения пород, особенно на равнинах с избыточным увлажнением поверхности, на 20-50%. На участках с прогнозируемой несливающейся мерзлотой и с новообразованными несквозными таликами получают широкое распространение сезонные и многолетние бугры пучения.

Выводы

За последние десятилетие в зоне многолетнемерзлых пород до глубины 320 см произошло повышение температуры почво-грунтов от $0,8 \div 1,6^{\circ}\text{C}$. Так средняя годовая температура воздуха изменила температуру полуострова Ямала на 1-2%, а значения высоты снежного покрова – на 20%. Это приводит к увеличению глубины сезонного протаивания почво-грунтов.

В береговой зоне Карского моря и Обской губы происходит разрушение и отступление береговых уступов. Если в современных условиях средняя скорость отступления берегов, сложенных льдонасыщенными дисперсными отложениями, составляет 2-4 м в год, то при потеплении климата она может увеличиться до 10 и более метров. Потепление климата может стать причиной развития геокриологических процессов с большой скоростью и со значительным эффектом. Последнее может быть опасно для устойчивости

фундаментов и опор зданий и сооружений, в том числе и стратегического назначения (трубопроводы, железнодорожные мосты, ГКСП т.п.), а также при хозяйственном освоении.

Литература

- [1] *Анисимов О.А., Величко А.А., Демченко П.Ф., Елисеев А.В.* Влияние изменений климата на вечную мерзлоту в прошлом, настоящем и будущем // Глобальные изменения климата и их последствия для России / Под ред. Г.Н. Голицына, Ю.А. Израэль. Региональная общественная организация ученых по проблемам прикладной геофизики, 2002. С.287 – 309.
- [2] *Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г.* Динамика температуры многомерзлых пород Западной Сибири в связи с изменениями климата // Криосфера Земли. 2008. Т. XI. № 2. С.10-18.
- [3] *Грива Г.И.* Геоэкологические условия разработки газовых месторождений полуострова Ямал. Дисс. докт. наук, Томск, 2006. 353 С.
- [4] *Груза Г.В., Ранькова Э.Я.* Обнаружение изменений климата: состояния, изменчивости, и экстремальности климата // Всемирная конференция по изменению климата. Труды. М.: Паблик-Принт, 2003. С.101-110.
- [5] *Израэль Ю.А., Павлов А.В., Анохин Ю.А., Мяч Л.Т., Шерстюков Б.Г.* Статистические оценки изменения элементов климата в районах вечной мерзлоты на территории Российской Федерации // Метеорология и гидрология. 2006. № 5. С. 27-38.
- [6] *Нечаев В.П.* О некоторых соотношениях между мерзлотными и климатическими параметрами и их палеогеографическое значение // Вопросы палеогеографического плейстоцена ледниковых и перигляциальных областей / под ред. А.А. Величко, В.П. Гричука. М.:1981. С.211-220.
- [7] *Шерстюков А.Б.* Изменения климата и их последствия в зоне многолетней мерзлоты России Обнинск: Изд-во ВНИИГМИ-МЦД, 2009. 127 С.
- [8] Итоги научной деятельности Росгидромета за 2006 год. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2006 год [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteorf.ru>
- [9] IPCC 2007 [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4189.php

S u m m a r y. The coastal zone of the Yamal Peninsula is destroyed under the influence of thermal abrasion and thermal denudation. Climate warming can cause the development of a wide range of geocryological processes that form paragenetic series that develop at a high speed and with a significant effect from their total manifestation, which can be dangerous during the economic development of the territory.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕШЕНИЮ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА АТР

Д.В. Магрицкий

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, magdima@yandex.ru

PROBLEMS OF PROVIDING THE HYDROLOGICAL INFORMATION FOR SCIENTIFIC AND APPLIED ACTIVITIES AND THE PROPOSALS FOR THEIR SOLUTION ON THE EXAMPLE OF THE NORTH-EAST OF ATR

D.V. Magritsky

Department of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Аннотация. С каждым годом расширяющаяся на севере страны хозяйственная, научная и природоохранная деятельность требует ее обеспечения новыми и объективными данными, в частности по стоку и состоянию рек, опасным гидрологическим процессам. Это не всегда реализуемо из-за уменьшения после 1990х гг. численности постов и прекращения экспедиционных исследований, из-за отсутствия новых справочных материалов и т.п. Тем не менее, частичное решение этой серьезной проблемы возможно, причем по целому спектру задач – от сбора данных традиционным и экспедиционным способами до построения карт научно-прикладного назначения, применения полученных результатов в образовательных целях. Это продемонстрировано на примере результатов комплексных и многолетних исследований рек и речного стока на Северо-востоке азиатской части страны.

Ключевые слова: река, сток, Российская Арктика, гидрологические данные, методы.

Введение

Полярным территориям и акваториям РФ с каждым годом уделяется все больше внимания. Особый интерес представляют богатейшие минеральные и биологические ресурсы этого региона, развитие транспортной инфраструктуры и Северного морского пути, улучшение качества жизни коренного населения, вопросы защиты северных границ страны и сбережения уникальных полярных экосистем, мониторинг климатических изменений и их последствий. Многие уже сделано, причем усилиями федерального и региональных правительственных органов, научного сообщества, коммерческих и государственных предприятий и компаний, некоммерческих фондов. С 2014 г. определен статус и границы Арктической зоны РФ (АЗРФ); в 2008 г. утверждены и в 2020 г. пролонгированы основы государственной политики РФ в Арктике до 2035 г.; отдельной строкой в федеральных программах прописаны мероприятия по развитию образования, транспортной системы в АЗРФ; в 2019 г. создано Министерство по развитию Дальнего Востока и Арктики. Ежегодно проводится международный форум «Арктика – территория диалога». Строятся новые объекты, растет экономическая активность, масштабы и география научных исследований, возрождаются ранее заброшенные поселения.

Хозяйственная, научно-исследовательская, оборонная и природоохранная деятельность в столь большом, сложном и мало изученном регионе требует не только огромных средств, но и объективных знаний об его объектах и обитателях, ресурсном потенциале, природных условиях, процессах и опасностях, текущих изменениях. Так, исторически и географически здесь сложилось, что главные селитебные участки и районы природопользования, пути перемещения грузов и

людей, приурочены к водным объектам – рекам и их устьям, прибрежной зоне арктических морей [1, 6, 7]. Опять же многие новые центры природопользования размещаются вблизи рек и морей. Поэтому особое место в блоке новых знаний занимают разнообразные гидрологические данные и их обобщения в формате баз данных и интернет ресурсов, диаграмм, карт и атласов, справочников, монографий, нормативных документов и др.

В настоящее время мы вынуждены констатировать, что для большей части территории и объектов этих сведений нет и быстро восполнить их дефицит нереально. С 1930-х гг. основным источником первичных гидрологических данных были гидрологические посты и многочисленные экспедиционные измерения [3]. Сбором, проверкой и обработкой данных занимались подразделения Гидрометслужбы СССР, а также ведомственные институты и АН СССР, научные коллективы вузов. Результатами этой работы были справочные издания по гидрологии региона, карты и атласы, статьи и фундаментальные труды, материалы для гидрологических расчетов в интересах водохозяйственной отрасли и т.п. После распада СССР обеспеченность гидрологическим материалами для АЗРФ и соседних территорий выглядит следующим образом. Значительная часть гидрологических постов закрыта, либо программа наблюдений была сокращена, в первую очередь за счет измерений расходов и мутности воды [2]. Увеличилась неравномерность в распределении постов по территории и в пользу азональных рек. Особенно катастрофическая ситуация со стоковыми постами сложилась на северо-востоке АТР - в бассейнах Яны, Индигирки, Алазеи, Колымы, рек арктического склона Чукотского АО. В 1950–1960-е гг. здесь функционировало до 105 постов, сейчас 30; в бассейне р. Анадырь действующих стоковых постов не осталось вовсе. Второй пример – на Европейском Севере не осталось постов с измерениями расходов наносов рек. Одновременно с ухудшением состояния сети практически прекратились экспедиционные выезды, за исключением проектов с международным финансированием, как, например, в дельте Лены [9]. Вторая трудность – доступность гидрологических данных. До появления интернет ресурса «Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО)» [<https://gmvo.skniivh.ru/>] аналоговые гидрологические ежегодники, начиная с конца 1980х гг. – начала 1990х гг., не издавались и практически невозможно было получать новые данные стационарных наблюдений. Да и сейчас, в АИС ГМВО представлены не все посты и гидрологические характеристики. Третья проблема – серьезное отставание от мирового тренда в использовании на постах современных приборов и методов измерений, дистанционного гидрологического мониторинга. Четвертая – отсутствие актуализированных справочных материалов не только научного и научно-популярного характера, но и необходимых в инженерных гидрологических расчетах, гидротехническом проектировании, налаживании водохозяйственной деятельности, при предотвращении опасных гидрологических событий и т.п. Пример – последний СП 33-101-2003 «Определения основных

гидрологических характеристик», который так и не был обеспечен региональными расчетными материалами в виде Территориальных строительных норм (ТСН).

Тем не менее, некоторые успехи есть, главным образом, благодаря усилиям небольших научных коллективов, в рамках работ по грантам РФФИ, РНФ и над диссертациями, научно-образовательной деятельности на профильных подразделениях вузов, и др. Одним из таких центров изучения полярной гидрологии был и остается географический факультет МГУ, который с момента издания в 2007 г. фундаментального и междисциплинарного труда «Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования» имеет комплексные решения по некоторым из выше озвученных проблем. Особенно интересными и уникальными представляются результаты по наименее изученному району – Северо-востоку АТР. Часть из них опубликована в работах, приводимых в Списке литературы к материалам доклада. Но их в действительности существенно больше.

Объекты и методы

Объектами исследований были реки на северо-востоке азиатской части страны, охваченные государственной сетью гидрологических наблюдений, на участках размещения населенных пунктов и осуществления хозяйственной деятельности. Это территории северных улусов Республики Саха (Якутия) и Чукотского АО, с водосборами таких больших рек (частично или полностью) как Хатанга, Анабар, Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Колыма и Анадырь. Предметом изучения были: 1) числовые характеристики стока воды и наносов рек, закономерности и причины их изменчивости по территории, в течение года и за многолетний период; 2) процессы и характер трансформации речного стока в устьях Лены, Яны, Индигирки и Колымы [1, 4, 10]; 3) опасные гидрологические процессы и гидрологические ограничения водопользования [5, 8]. Привлекались данные с 263 гидрологических постов (за весь период наблюдений), 24 метеостанций; материалы экспедиционных измерений на устьевом участке Колымы летом 2019 г., в которых принимал участие и автор доклада [4], и сторонних специалистов в устьях других рек [1, 9, 10]; спутниковые снимки с ресурсов GoogleEarth и EarthExplorer (USGS); фондовые материалы и из специальных справочников об условиях и проблемах водопользования, опасных гидрологических событиях [5, 8]. Первичные данные стали основой для уникальной электронной базы стационарных гидрологических данных, ежегодных данных по водопользованию (начиная с 1981 г.), для 2-х электронных каталогов - водопотребителей и опасных гидрологических явлений на Северо-востоке АТР. Данные были подвергнуты проверке и статистической обработке (в пакетах STATISTICA, EXCEL, ГИДРОРАСЧЕТЫ), пространственной привязке (в ArcGIS 10), всестороннему анализу с конечным результатом в виде текстовых и табличных обобщений, многочисленных графиков и диаграмм, прикладных расчетных и учебных карт, в том числе в составе 2х атласов [6, 7], классификаций, рекомендаций по проведению полевых гидрологических работ в устьях арктических рек, и др. Все они уже никак не позволяют считать Северо-восток АТР гидрологически неизученным районом.

Обсуждение результатов

Накопление, обработка и анализ огромного массива гидрометеорологических данных (тоже важный результат!) позволили: 1) уточнить характеристики годового, сезонного стока воды и наносов изучаемых рек; 2) построить расчетные карты параметров годового водного стока (нормы, C_v и C_s/C_v), впервые после издания в 1986 г. «Атласа расчетных гидрологических карт и номограмм» с аналогичными, но уже устаревшими материалами; 3) разделить территорию на гидрологически однородные районы по характеру многолетних колебаний стока, изменений модуля с высотой (с обоснованием соответствующих районных зависимостей, оценкой трендов и нарушения стационарности, анализом цикличности); 4) построить карту изменений стока и элементов водного режима в период после 1975 г., по сравнению с 1936-1975 гг. [7]; 5) установить характер влияния виллойских и колымских водохранилищ на водный режим главных рек региона; 6) оценить приток речных вод в моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское, как в целом, так и (впервые) по отдельным участкам побережий, необходимый для водно-балансовых расчетов и океанологического численного моделирования. Помимо продуктивной работы с данными Росгидромета, автор доклада в составе коллектива из 8 чел. с кафедры гидрологии суши МГУ, принял участие в организации и проведении единственной комплексной гидрологической экспедиции в устье р. Колымы [4]. Во время нее были отработаны навыки работы с технологичным гидрометрическим и геодезическим оборудованием; состав, методики, частота и местоположение створов измерений в устьях арктических рек; изучены недочеты современного мониторинга на арктических постах. Но, главное, были добыты уникальные данные о современном гидрологическом состоянии и процессах в устье р. Колымы, закономерностях и характере продольной трансформации речного стока, необходимые также для калибровки разрабатываемых методов мониторинга за состоянием водных объектов с помощью ДДЗЗ. Не только научными, но и прикладными результатами исследований следует считать итоги детального анализа опасных гидрологических процессов и ограничений водопользования [5, 8]. В рамках этого направления оценены масштабы водопользования в регионе и его влияния на водные ресурсы рек. Рассмотрена отраслевая структура водопользования. Впервые обозначены и подробно рассмотрены локальные гидрологические ограничения в арктическом водопотреблении. Обоснованы три большие группы таких ограничений; приведены примеры, результаты анализа гидрографической и отраслевой структуры, территориальных закономерностей ограничений для арктических территорий Якутии и Чукотского АО.

Выводы

Полученные выше озвученные результаты не были «положены на полку», а стали примером использования для решения как научно-прикладных задач, так и в образовательных целях - в виде учебных карт и первого арктического атласа для вузов [7], подготовки новой магистерской программы. Но

«точечных» и малобюджетных исследований для столь сложного и огромного региона недостаточно.

Благодарности

Исследования выполнены по грантам РФФИ 18-05-60021 и 18-05-60219.

Литература

- [1] Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / под ред. Н.И. Алексеевского. М.: ГЕОС, 2007. 585 с.
- [2] *Магрицкий Д.В.* Изменения стока арктических рек России и информационное обеспечение исследований // Материалы международной научно-практической конференции «Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы». Том 1. Воронеж, 2019. С.452-459.
- [3] *Магрицкий Д.В., Повалишников Е.С., Фролова Н.Л.* История изучения стока воды и водного режима рек Арктической зоны России в XX в. и начале XXI в. // Арктика и Антарктика. 2019. №3. С.61-96
- [4] *Магрицкий Д.В., Фролова Н.Л. и др.* Современное гидрологическое состояние устья р.Колымы по материалам летней экспедиции в 2019 г. // Тр. IV Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». СПб., 2020. С.243-247.
- [5] *Магрицкий Д.В., Фролова Н.Л. и др.* Традиционные и новые гидрологические риски в арктической зоне Российской Федерации // II Всероссийская научная конференция «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды». Расширенные тезисы. М., 2020. С. 271-274.
- [6] Российская Арктика в XXI в.: природные условия и риски освоения. Атлас. М., 2013, 144 с.
- [7] Российская Арктика: Пространство. Время. Ресурсы: Атлас. М., 2019. 796 с.
- [8] *Magritsky D.V., Frolova N.L., Pakhomova O.M.* Potential Hydrological Restrictions on Water Use in the Basins of Rivers Flowing into Russian Arctic Seas // Geography, Environment, Sustainability. 2020. Vol.13, No 2. P. 25-34.
- [9] *Magritsky D., Mikhailov V., Aybulatov D., Fofonova V., Bolshiyarov, D.* Geographical profile on the Lena Delta area and a history of hydrologic investigation of the Lena River lower reach and delta // Polarforschung. 2018. № 87 (2). P. 81-88.
- [10] *Magritsky D., Alexeevsky N. Aybulatov D., Fofonova V., Gorelkin A.* Features and evaluations of spatial and temporal changes of water runoff, sediment yield and heat flux in the Lena River delta // Polarforschung. 2018. № 87(2). P.89-110.

S u m m a r y. Every year, economic, the expanding scientific and environmental activities in the north of the country require it to be provided with new and objective data, in particular on the runoff and state of rivers, dangerous hydrological processes. This is not always feasible due to the reduction in the number of gauges after the 1990s and the cessation of expeditionary research, due to the lack of new reference materials, etc. Nevertheless, a partial solution to this serious problem is possible, moreover, for a whole range of tasks - from collecting data by traditional and expeditionary methods to creating maps for scientific and applied purposes, application of the results for educational purposes. This is demonstrated by the results of complex and long-term studies of rivers and river flow in the North-East of the Asian part of Russia.

К ПРОБЛЕМЕ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕРЗЛОТНЫХ ЛАНДШАФТАХ

Г.С. Макунина

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, gmakunina@yandeex.ru

REVISING THE PROBLEM OF STUDYING THE GEOCHEMISTRY OF CRYOGENIC PROCESSES IN PERMAFROST LANDSCAPES

G.S. Makunina

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Широкое распространение в резкоконтинентальных условиях мерзлотных ландшафтов с характерным развитием в них геохимически слабоизученных криогенных процессов разного генезиса искажает изложение понятий и терминов, принятых в теории и методологии геохимии ландшафтов. Дальнейшее развитие теории геохимии ландшафта нам видится в практической востребованности изучения геохимии криогенных процессов в разных зональных условиях на сплошной, прерывистой и островной многолетней мерзлоте в связи с воздействием на хозяйственные объекты.

Ключевые слова: геохимия ландшафта, мерзлотный ландшафт, криотурбация, солифлюкция, геохимический барьер, летнеталый слой, геохимия радиальных и латеральных криогенных потоков.

Введение

В настоящее время актуальность проблемы геохимического изучения криогенных процессов обусловлена их разнообразием [1] и широким распространением в мерзлотных ландшафтах, которым они придают отличительные свойства. Только в России на мерзлотные ландшафты приходится около 60% территории ее суши. Протяженность этой области с юга на север по отдельным меридианам составляет: 45° в.д. – 250 км, 61° в.д. 360 км, 70° в.д. – 1600 км, 92° в.д. – 1500 км, 105° в.д.- 3100км, 138° в.д. – 1500 км, 150° в.д. – 1350 км [2]. Распространение многолетней мерзлоты территориально меняется от сплошной до пунктирной и островной, от приповерхностного залегания до глубокого погружения ее кровли, а также в зависимости от экспозиции элементов форм рельефа и литологического состава пород. Соответственно меняются формы и динамика проявления криогенных процессов на плоских и склоновых поверхностях ландшафтов. Несмотря на разнообразие криогенных процессов, повышенный интерес для их геохимического изучения представляют широко распространенные и визуально четко ограниченные в мерзлотных ландшафтах ареалы (покровы и полосы) процессов криотурбации и солифлюкции. Большинство других криогенных процессов (термоэрозия, сплывы, курумы, термокарст и др.) распространены локально или в сочетаниях с процессами криотурбации и солифлюкции.

Многочисленные публикации по геохимии мерзлотных ландшафтов не затрагивают вопросов изучения глубины залегания в них многолетнемерзлых пород и их влияния на радиальные межкомпонентные связи и геохимическую структуру. Для «чистоты эксперимента» наблюдений и опробования ключевые участки фаций мерзлотных ландшафтов выбирались в обход мест развития криогенных процессов, нарушающих природные условия миграции веществ.

Исключение представляет проведенное М.П. Тентюковым [3] специальное геохимическое изучение ландшафтных фаций Большеземельской тундры (европейская часть России) с развитием в них криотурбации в сезонноталом слое субстрата с целью выявления геохимических барьеров и их функционального значения в формировании техногенных аномалий.

В силу сказанного сформировавшиеся к настоящему времени фундаментальные основы учения геохимии ландшафтов не затрагивают отличительных признаков компонентов мерзлотных ландшафтов и вопросы изучения геохимии криогенных процессов, развивающихся в летнеталом слое (ЛТС) на многолетнемерзлых породах. Однако очевидное влияние криогенных процессов на функционирование промышленных объектов определяет актуальность и востребованность в изучении этой проблемы. Дальнейшая разработка теории и методологии геохимии ландшафтов потребует корректировки используемых в ней понятий и терминов применительно к геохимии мерзлотных ландшафтов и геохимии криогенных процессов в них.

Объекты и методы

К основным понятиям и объектам исследования в геохимии ландшафтов относятся такие как автономный ландшафт, геохимический барьер, катена, каскадная ландшафтно-геохимическая система, арена. Из них при изучении геохимии таких криогенных процессов как криотурбация и солифлюкция применимо только понятие геохимического барьера, но в качестве криогенного водоупора на контакте ЛТС с многолетнемерзлой породой. В настоящее время этот аспект геохимии ландшафтов еще слабоизучен.

Представляется, что объектом исследования при изучении геохимии криогенных процессов криотурбации и солифлюкции является, летнеталый слой (ЛТС) (известный в геокриологии как сезонноталый слой – СТС или деятельный слой – ДС), заключенный между дневной поверхностью и кровлей многолетнемерзлой толщи пород/грунта, которая удерживает влагу в ЛТС, что исключает его дренирование как основное условие для формирования в ЛТС вязкотекучего минерального субстрата. Для формирования ЛТС обязателен режим промерзания-протаивания в теплый период года. Повышенное содержание влаги в ЛТС при его протаивании усиливает в этой толще внутреннее давление, которое придает этой водноминеральной массе текучесть как необходимое условие для развития криотурбации и солифлюкции. Как геохимическая система ЛТС несет информацию о смене сезонных влажностных состояний субстрата этой толщи, а также векторах миграции в ней влаги и содержащихся в ней химических веществ. Текстурная изменчивость профиля ЛТС во времени требует неоднократного проведения пробоотбора субстрата на физико-химический и биологический анализ. Одновременные наблюдения за гидрологическим режимом, текстурой рыхлых отложений, а также перемещением в них твердых и органических включений возможно только в стационарных условиях.

М.П. Тентюков [3] определяет мерзлотный водоупор в ЛТС как субстратно-сорбционный геохимический барьер. Криотурбация в ЛТС нарушает процесс формирования почвенных горизонтов. Их отсутствие затрудняет выбор точек геохимического пробоотбора. Неравномерное распределение в толще ЛТС органических веществ в виде шлиров, линз, полос и в рассеянном состоянии также усложняет методику геохимического пробоотбора. Солифлюкция геохимически не изучалась. Методы ее ландшафтного изучения не разработаны. Разные формы проявления солифлюкции [1, 2] также необходимо учитывать при отборе проб.

Наблюдения за криогенными процессами исключают использование метода комплексной ординации как одновременного сопряженного исследования и отбора проб пород, рыхлых отложений, почв и растений, хотя этот метод постоянно используется при изучении мерзлотных ландшафтов, но «в обход» криогенных процессов.

Обсуждение результата

Криогенные процессы характерны для мерзлотных ландшафтов области распространения многолетнемерзлых пород. При геохимическом изучении мерзлотных ландшафтов специального изучения геохимии криогенных процессов в них не проводилось, как и непосредственного влияния многолетнемерзлых пород как компонента на геохимическую структуру мерзлотных ландшафтов. Условие холодности среды функционирования компонентов мерзлотного ландшафта анализировалось через температурные показатели. По радиальному и латеральному векторам межкомпонентных связей криогенные процессы нарушают функциональную целостность ландшафтов, дезорганизуя устойчивость их квазистационарного состояния и внутреннего развития. Многолетняя мерзлота и криогенные процессы в мерзлотных ландшафтах «искажают» содержание основных понятий и терминов используемых в классической геохимии ландшафтов.

Разнообразие криогенных процессов определяет различные формы их распространения: покровная, полосчатая, узколокальная. Для процессов криотурбации и солифлюкции характерна покровная форма. Геохимически эти процессы, как и другие криогенные процессы, специально не изучались. Наличие геохимических барьеров в толще развития криотурбации изучалось только в ландшафтах Большеземельской тундры [3]. На основании этого исследования можно говорить о типичности присутствия в мерзлотных ландшафтах с сезонноталым слоем сорбционно-механического геохимического барьера на контакте ЛТС с толщей многолетнемерзлых пород. При развитии солифлюкции мерзлый водоупор также действует как геохимический барьер. Он не только не исключает дренирование ЛТС, но и контролирует прохождение в нем надмерзлотного стока.

Изучение биогеохимического барьера при развитии криогенных процессов проблематично в силу нарушения ими межкомпонентной связи в системе порода-растение, особенно это характерно для процесса солифлюкции.

На солифлюкционном склоне плотный наземный растительный покров отсутствует. Солифлюкция, повреждая корни растений, нарушает устойчивость биологического круговорота веществ, снижает показатели биомассы и ее ежегодной продукции. Таким образом развитие криогенных процессов намного осложняет методику геохимического пробоотбора.

Наблюдения за особенностями формирования текстуры ЛТС и данные по геохимическому изучению барьеров [3] позволяют составить общее представление о геохимической среде миграции элементов в условиях развития криотурбации. Несмотря на общее низкое содержание фитомассы в северных широтах и ее низкую ежегодную продукцию в почвенных и наземных водах отмечается значительное повышение содержания растворенных органоминеральных веществ. Даже в ЛТС на фоне текстуры криотурбации наблюдаются скопления органики как в виде шлиров, линз, прослоев, так и в рассеянном состоянии. Это свидетельствует о значительном вовлечении растворенного органического вещества в процесс криотурбации, а также в формировании среды ее развития как устойчиво кислой глеевой.

Установлено [3], что насыщенность миграционной среды органоминеральными комплексами способствует активизации миграционной подвижности соединений железа, кремнезема, алюминия, титана, что совсем не характерно для регионов с теплым климатом. На кислородно-сорбционном геохимическом барьере, который формируется в условиях дневной поверхности, происходит окисление железоорганических соединений, что индикационно проявляется в коричнево-буром или ржавом «железном следе», в том числе и в окрасе поверхностных вод. Кроме железа в почвенных водах увеличивается содержание органоминеральных соединений алюминия и кремния. Осаждение железа на сорбционно-кислородном барьере, как показал М.П. Тентюков [3], сопровождается сорбцией анионогенных и катионогенных элементов. Таким образом, для приповерхностной части ЛТС при криотурбации характерны выщелачивание, окисление и ожелезнение. В нижней части ЛТС на контакте с мерзлотно-сорбционным (механическим) барьером отмечаются заиливание (коагуляция, пептизация), оглеение, карбонатизация. Заиливание вызывает формирование тиксотропного ЛТС.

Геохимически неизученными остаются разные формы солифлюкции и многих других криогенных процессов локального развития.

Выводы

Изучение современного состояния проблемы геохимии криогенных процессов в мерзлотных ландшафтах позволило констатировать:

- 1) отсутствие унификации в понятиях и терминах геохимии ландшафтов и при изучении мерзлотных ландшафтов, необходимость их корректировки;
- 2) в геохимии ландшафтов и при изучении мерзлотных ландшафтов еще не придается функционального значения мерзлотно-сорбционному геохимическому барьеру на контакте ЛТС с многолетней мерзлотой и не проводится изучения его влияния на развитие геохимических и криогенных

процессов; 3) не изучается геохимия криогенных процессов криотурбации и солифлюкции; 4) не изучена роль процессов криотурбации и солифлюкции в дестабилизации биогеохимического круговорота веществ в мерзлотных ландшафтах; 5) определяется активное участие криотурбации и солифлюкции в миграции растворенных органических веществ и органоминеральных комплексов; 6) не разработана методика геохимического опробования летноталого (деятельного) слоя как объекта исследования геохимии криогенных процессов криотурбации и солифлюкции, а также изучения его метрически переменных геоморфологических характеристик; 7) в проведенных ландшафтно-геохимических исследованиях акцентируется роль растворенного органического вещества в создании устойчивой кислой глеевой среды и в активизации миграции железа, кремния, алюминия и др. 8) дальнейшее развитие теории и методологии геохимии ландшафта нам видится в практической востребованности изучения геохимии криогенных процессов в разных зональных условиях на сплошной, прерывистой и островной многолетней мерзлоте в связи с воздействием на хозяйственные объекты.

Литература

- [1] *Мудров Ю.В.* Мерзлотные явления в криолитозоне равнин и гор. Основные понятия и определения. Иллюстрированный энциклопедический справочник. – М.: Научный мир, 2007. – 316 с.
- [2] *Романовский Н.Н.* Основы криогенеза литосферы: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 336 с.
- [3] *Тентюков М.П.* Изменение ландшафтно-геохимической структуры под влиянием геологоразведочных работ/Влияние геологоразведочных работ на природную среду Большеземельской тундры. – Сыктывкар, 1988, С.12-28.

S a m m a r y. Permafrost landscapes are widely present under extreme continental conditions and characterized by the development of geochemically poorly studied cryogenic processes of different genesis. This distorts the presentation of concepts and terms accepted in the theory and methodology of landscape geochemistry. Further development of landscape geochemistry is seen in the practical demand for studying the geochemistry of cryogenic processes affecting the economic facilities under different zonal conditions on continuous, discontinuous and island-type permafrost.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РУСЛОВОЙ ЭРОЗИИ НА МЕАНДРИРУЮЩИХ РЕКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ

О.Я. Масликова¹, И.И. Грицук^{1,2}, Д.Н. Ионов¹

¹Институт водных проблем РАН, г. Москва, oksana68@mail.ru

²Российский Университет дружбы народов, г. Москва, Россия

³Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF CHANNEL EROSION ON MEANDRING RIVERS OF THE PERMAFROST

O Ya Maslikova¹, I I Gritsuk^{2,1,3}, D N Ionov¹

¹Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences (WPI RAS), Moscow, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

³Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

Аннотация. Большое число рек являются в большей или меньшей степени меандрирующими, в том числе в северных регионах. До настоящего времени никто не занимался изучением меандрирования в лабораторных условиях, имитирующих криолитозону. В гидравлической лаборатории впервые были проведены такие эксперименты по исследованию эрозии берегового склона на извилистом участке, получена система уравнений, описывающая движение наносов на изгибе русла на основе полученного ранее уравнения переноса осадка в условиях мерзлых пород.

Ключевые слова: криолитозона, мерзлые почвы, изгиб русла, меандрирование, эрозия.

Введение

Меандрирование, при котором осадочные породы находятся в непрерывном движении за счет размыва и оседания, является самым распространенным явлением на реках. Размыв обычно происходит на внешних берегах изгибов ручьев, а отложения - на внутренних. Этот способ переноса наносов изучался многими исследователями [9, 10]. Такие изгибы постоянно меняются под непрекращающимся действием потока, происходит непрерывный размыв, осаждение и перенос вещества с одного участка на другой. Всё это является причиной нестабильности русла, происходит постоянное перераспределение отложений.

Механизмы, под воздействием которых аллювиальные русла активно изгибаются, обсуждались с самого начала современных геоморфических исследований в XIX веке, но окончательного консенсуса достичь не удалось. Однозначно можно утверждать, что одной из основных причин меандрирования является транспортирующая способность потока в сочетании со свойствами слагающего русла материала, что было продемонстрировано в лабораторных экспериментах [3]. Но исследований влияния мерзлоты на развитие меандрирования до сих пор не проводилось.

Объекты и методы

В гидравлической лаборатории были проведены эксперименты по исследованию эрозии берегового склона на извилистом участке в условиях, имитирующих криолитозону. Для этого в лоток, обладающий способностью

фильтрации, закладывался макет меандра реки. Так как не было возможности произвести заморозку всего макета, то пришлось ограничиться замораживанием только участка, имитирующего саму излучину, оба берега. Для более наглядной визуализации размыва сама излучина была маркирована песком красного цвета, а для увеличения времени протаивания, так как эксперимент проводился при комнатной температуре, сам участок был выложен снегом (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторный эксперимент. Слева - начало размыва внешнего склона; справа – вид излучины после проведения эксперимента.

Ранее [2, 4, 8] авторами была проведена работа по исследованию распределения поля скоростей в закругленном потоке (локальный участок изгиба), где описывался процесс возникновения и распространения вихрей в районе закругления, и представлены результаты размыва боковых стенок внутреннего и внешнего склонов. По характеру размыва маркера (окрашенного в красный цвет песка) были выявлены основные зоны воздействия таких вихрей и показано таким образом, что основной размыв происходит в областях внешней (вогнутой) стенки, причем ближе ко дну потока, что свидетельствует о наличии градиентных поперечных течений на глубине, что хорошо согласовывается с данными предыдущих исследователей. В настоящей работе исследуется участок меандра в контексте всего потока.

Спустя некоторое время, достаточное для размыва с учетом того, что эксперимент проводился в помещении при комнатной температуре, было однозначно видно, что размыву подвергается внешний, вогнутый участок, причем после захода потока в поворот. Это свидетельствует о наличии поля давлений именно в этой области, что хорошо согласуется с теоретическим приближением [6]. Также было предсказуемо, что внутренний берег подвергался размыву слабо, здесь больше проявлялось протаивание, которое в процессе термического воздействия воды проявлялось в образовании ниш вытаивания, но самого переноса вещества с этого участка не наблюдалось

(маркерный песок оставался на месте), тогда как внешний склон размылся существенно, с обрушением (рис. 1, справа).

Обсуждение результатов

Известно [5], что при входе в закругление линии одинаковых скоростей потока прижимаются к внешнему, вогнутому склону, что является результатом центростремительного ускорения (рис. 2). Но так как происходит вытеснение жидкости с поверхности этого участка, основная масса уходит в глубину вдоль склона. На рисунке 3 представлен схематический поперечный разрез сечения потока.

Универсальный логарифмический закон Кармана-Прандтля, или «закон стенки», как его обычно называют, является методом, часто используемым для оценки местного напряжения сдвига в одномерном устойчивом однородном потоке [7].

$$\tau_t = \mu_t \cdot \frac{d\bar{u}}{dy}, \quad (1)$$

где

$$\mu_t = \rho \cdot l^2 \cdot \left| \frac{d\bar{u}}{dy} \right|, \quad (2)$$

– динамический коэффициент турбулентной вязкости; $\left| \frac{d\bar{u}}{dy} \right|$ – градиент скорости на расстоянии y от твердой поверхности; ρ – плотность жидкости; l – путь смешения, который принято считать масштабом турбулентности.

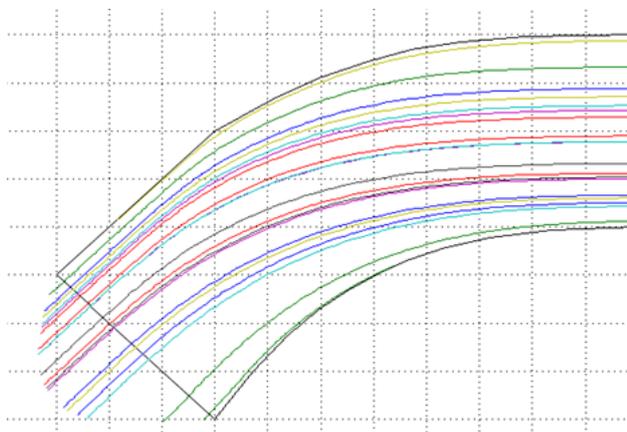


Рис. 2. Линии одинаковых скоростей потока.

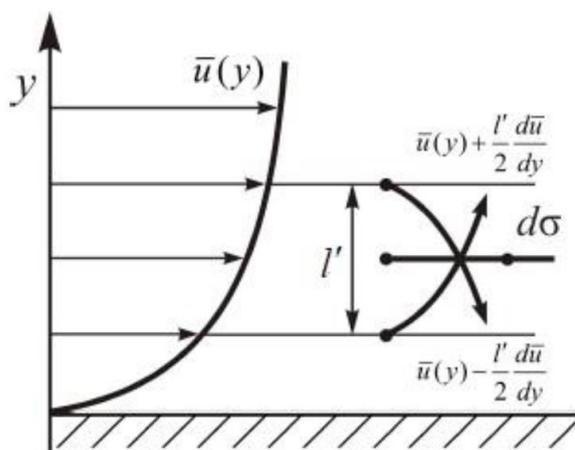


Рис. 3. Схема модели пути смешения по Прандтлю.

Уравнение 3 представляет универсальную форму закона стенки, а уравнение 4 дает соотношение между скоростью и напряжением трения:

$$\frac{v_x}{u_*} = \frac{1}{k} \cdot \ln \left(\frac{y}{y_0} \right), \quad (3)$$

где v_x – скорость в направлении потока; u_* – скорость сдвига; k – коэффициент пропорциональности (константа Кармана); y – расстояние от берега; y_0 – масштаб шероховатости у дна.

$$\tau_0 = \rho \cdot u_*^2, \quad (4)$$

где τ_0 – донное напряжение трения. Коэффициент пропорциональности между длиной перемешивания и расстоянием от границы, известный как константа Кармана, приблизительно равен 0,4.

Для применения в северных широтах все описанные выше пульсации скорости подставляются в полученное ранее модифицированное авторами для криолитозоны уравнение переноса наносов Дебольского [1]:

$$S = 2,4 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{U^3}{g \cdot h \cdot w \cdot (i^2 + 10^{-6})},$$

где S – транспортирующая способность потока;

U – средняя скорость потока;

h – глубина потока;

w – гидравлическая крупность незамерзшего материала;

i – льдистость за счет ледяных включений в долях единицы (д.е.).

Выводы

По результатам физического моделирования с учетом скоростей на поверхности водотока подобрана система уравнений, описывающая транспортирующую способность водного потока с учетом льдистости на участке поворота русла. Эта система основана на модели турбулентности Прандтля и выводится из теории длины смешения Прандтля, которая описывает касательные напряжения турбулентного трения как связанные с характерной длиной поперечного обмена импульсом, в сочетании с полученной ранее зависимостью переноса наносов от скорости потока, модифицированной для криолитозоны путем добавления зависимости от льдистости.

В природных условиях в зимний период для таких меандрирующих участков характерно сужение потока вследствие частичного промерзания русла, в результате чего скорости потока увеличиваются, а сам поток становится турбулентным. Лабораторные эксперименты, проведенные в гидравлической установке лаборатории, имитирующей участок поворота русла, показали, что в случае увеличения скоростей потока, входящих в закругление, в потоке неизбежно возникают вихревые движения и противотечения, при этом поле скоростей меняется, что неизбежно сказывается на характере размыва русла.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0) Государственного задания ИВП

РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №20-08-00807)

Литература

- [1] Грицук И.И., Е.И. Дебольская, В.К. Дебольский, О.Я. Масликова, Н.К. Пономарев. Влияние осадков в виде дождя на деформации берегового склона русел рек в условиях многолетнемерзлых пород, Лед и снег, - 2012. -№3(119). – с. 73-78
- [2] Дебольский В.К., О.Я. Масликова, И.И. Грицук Транспортирующая способность потока на повороте русла в условиях криолитозоны Гидротехническое строительство, 2020, 36-40.
- [3] Масликова О.Я деформации мерзлых склонов рек на повороте русла при наличии движущихся судов Строительство: наука и образование, 2018, Том 8. Выпуск 3 (29), с. 54-66 (ISSN 2305-5502, DOI: 10.22227/2305-5502.2018.3.4)
- [4] Масликова О.Я., Грицук И.И., Ионов Д.Н., Дебольский В.К. Влияние распределения скоростей в закругленном потоке на характер размыва береговых склонов, Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования, 2019 Том 20 № 1 С. 85-95.
- [5] Розовский И.Л. Движение воды на повороте открытого русла – Киев: Изд. АН УССР, 1957. – 188 с.
- [6] *Debol'skii V K, Maslikova O Y, Gritsuk I I* Carrying Capacity of a Flow with Flow Rounding under Permafrost Conditions // Power Technology and Engineering 54 (3), (2020), pp.313-317.
- [7] *Jens Martin Turowski*. Alluvial cover controlling the width, slope and sinuosity of bedrock channels, Earth Surf. // Dynam., 6, 29-48, 2018, <https://doi.org/10.5194/esurf-6-29-2018>
- [8] *Maslikova O Ya, Gritsuk I I, Debol'skaya E I* The effect of flow velocity distribution on matter transport in a curved channel segment with the effect of moving ships taken into account // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 321 (1) (2019) 012026, pp. 1-6.
- [9] *Sin K.-S.* Methodology for Calculating Shear Stress in a Meandering Channel. // M.S. Thesis, Colorado State University, Department of Civil and Environmental Engineering, Fort Collins, CO, (2010)
- [10] *Walker K.W.* Comparison of a Generalized Trapezoidal Hydraulic Model to a Native Topography Patterned Bed Surface Model of the Rio Grande. // Plan B Report, Colorado State University, Department of Civil and Environmental Engineering, Fort Collins, CO, (2008)

S u m m a r y. A large number of rivers are more or less meandering, including in the northern regions. Until now, no one has studied meandering in laboratory conditions that simulate the cryolithozone. In the hydraulic laboratory, for the first time, such experiments were carried out to study the erosion of the coastal slope in a winding section, a system of equations was obtained that describes the movement of sediment on the bend of the channel on the basis of the previously obtained equation of sediment transfer in frozen rocks.

ВЛИЯНИЕ СУБМАРИННОЙ РАЗГРУЗКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ФОРМИРОВАНИЕ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Г.С. Михневич¹, В.А. Кречик², А.В. Крек², А.Р. Данченков²

¹БФУ им. И. Канта, г. Калининград, *mi78galina@mail.ru*

²Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Калининград, *myemail.gav@mail.ru, av_krek_ne@mail.ru, swdartvader@mail.ru*

INFLUENCE OF SUBMARINE GROUNDWATER DISCHARGE ON THE FORMATION OF MARINE ECOSYSTEMS

G.S. Mikhnevich¹, V.A. Krechik², A.V. Krek², A.R. Danchenkov²

¹*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad*

²*Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Kaliningrad*

Аннотация. Субмаринная разгрузка подземных вод является одним из способов поступления разнообразных веществ в Балтийское море. Данные вещества могут вызывать биогеохимическую трансформацию морских экосистем. В работе проанализированы характеристики субмаринной разгрузки в акваторию Юго-Восточной Балтики и приведены примеры ее влияния на развитие бентосных сообществ. Даны оценки объемов субмаринной разгрузки микроэлементов и биогенных элементов в прибрежной зоне Калининградского полуострова.

Ключевые слова: подземный сток, субмаринная разгрузка, Балтийское море, экосистемы, загрязнение.

Введение

Процесс разгрузки подземных вод непосредственно в Балтийское море (субмаринная разгрузка) все чаще признается важным фактором развития морских экосистем наряду с речным стоком растворенных и твердых веществ [9, 14-16], что связано это с поступлением с подземным стоком значительных количеств биогенных элементов, ксенобиотиков, микроэлементов и органических веществ, оказывающих влияние на биогеохимические циклы. Однако, оценить этот источник загрязняющих веществ трудно в связи со сложностью расчета объема разгружающихся вод и количества транспортируемых веществ. *Целью работы* является обзор работ, посвященных субмаринной разгрузке как источнику разнообразных веществ, вызывающих биогеохимические эффекты, и предварительная оценка масштабов поступления тяжелых металлов и биогенных элементов с подземным стоком с территории Калининградского п-ова.

Объект и материалы

Объектом исследования является процесс субмаринной разгрузки подземных вод. В работе использовались опубликованные данные о характеристиках субмаринной разгрузки и ее воздействии на донные морские экосистемы в Юго-Восточной части Балтики. Также в расчетах величин поступления тяжелых металлов и биогенных элементов использовались данные о составе подземных вод на водозаборе г. Балтийска, приведенные в [6].

Обсуждение результатов

Подземный сток в Балтийское море впервые был количественно оценен в $1,1 \text{ км}^3/\text{год}$ [3]. В более поздних работах оценки составляют $4 \text{ км}^3/\text{год}$ [1, 11] или около 1% от общего стока рек. В [2] подземный сток в Балтику уже оценивается в $14 \text{ км}^3/\text{год}$ (без учета стока со Скандинавского п-ова), а ионный сток в $4,2 \text{ млн. т/год}$ (1/10 от стока речных вод). Общий подземный сток в Гданьский залив из всей системы водоносных горизонтов оценен в $0,07 \text{ км}^3$ [10]. Сток подземных вод в залив Эккернфёрде колеблется от $0,04$ до $0,4 \text{ км}^3/\text{год}$ [13], в Пуцкий залив составляет $0,03 \text{ км}^3/\text{год}$ [12]. Роль субмариной разгрузки в трансформации морских экосистем будет возрастать в изолированных бассейнах [9, 14-16]. Сток из кампан-маастрихтского и палеоцен-эоценового водоносных горизонтов в акваторию, прилегающую в Калининградскому п-ову, составляет $0,015 \text{ км}^3/\text{год}$, ионный сток - 9 тыс. т/год [4-5].

Оценки потоков веществ, поступающих в Балтийское море с субмаринной разгрузкой, стали появляться еще в 80-х гг. 20 века. Наиболее изучены в этом плане Гданьский, Пуцкий и Эккернфёрдский заливы. Например, для Пуцкого залива получены следующие оценки поступления тяжелых металлов: Pb – 7,3; Cd – 8,5; Co – 15,4; Mn – 4381,3; Cu – 1,2; Ni – 9,4; Zn – 655,9; Cr – 28,7 кг/г [16]. Субмаринная разгрузка дает до 56 т фосфатов (23% от общего потока); доля общего азота, поступающего с подземным стоком (5 т – 3%), менее значительна в сравнении с другими источниками [14]. Кроме того, польские ученые указывают на обогащение подземных вод, разгружающихся в Пуцкую бухту, различными фармацевтическими препаратами (наиболее распространенные – кофеин и диклофенак) [15].

Из-за повышенного поступления органических соединений в донных отложениях могут наблюдаться низкие концентрации кислорода или даже гипоксические условия. Следствием этого является метаногенез, один из конечных этапов анаэробного разложения. Производство и выброс метана влияет на пространственное распределение, численность и таксономический состав бентосных сообществ и приводит к значительному сокращению плотности мейофауны [9]. Отмечается влияние субмаринной разгрузки пресных подземных вод на мелководную фауну в условиях песчаного грунта. Это воздействие проявилось в значительном сокращении количества некоторых таксонов мейофауны (нематод и гарпактикоидов), а также в изменении моделей временного распределения и мелкомасштабной вертикальной зональности сообществ мейофауны [9].

Долгое время считалось, что разгрузка должна осуществляться путем рассредоточенного высачивания вод в дне моря. В последние годы появились сведения о возможности разгрузки подземных вод в зонах покмарков [8]. Подобный механизм разгрузки был установлен для бухты Эккернфёрде [13]. В Гданьском заливе большая покмарковая структура глубиной 10 м и диаметром 50 м была обнаружена на глубине 78,7 м [8]. Соленость придонной воды в покмарке составляла 2 PSU, что ясно указывает на разгрузку подземных вод,

предположительно из верхнемелового горизонта. Геофизические исследования выявили наличие дислокаций в подповерхностных отложениях в районе покмарка, которые и могли создать условия, благоприятствующие разгрузке газа и подземных вод [8]. Состав прокариот, нетипичный для морских поверхностных отложений, является результатом сочетания пресной воды и высокого содержания органических веществ и отражает активный метаногенез *in situ* [8].

Оценка объемов разгрузки в прибрежной зоне Калининградского п-ова. В основу расчетов были положены объемы субмаринной разгрузки из палеоцен-эоценового и кампан-маастрихтского водоносных горизонтов [4-5] и результаты гидрохимических исследований этих горизонтов, выполненных для водозабора г. Балтийска [6]. Использовались средние значения концентраций металлов. Необходимо отметить, что содержание Pb, Co, Mn, Fe в водах Гданьского залива на 2 порядка, Cu – на порядок больше, чем их кларковые весовые значения, рассчитанные для Мирового океана [7]. Кроме того, также содержание Mn и Fe в подземных водах на 3 порядка, Pb, Co – на два порядка, Cu, Ni, Cr на порядок выше, чем их кларковые весовые значения, рассчитанные для Мирового океана [7]. Содержание Hg и As в водах Гданьского залива и подземных водах одинаковое, но несколько выше (в 2-4 раза) кларковых значений для Мирового океана. Концентрации некоторых элементов в подземных водах значительно превышают их содержание в водах Гданьского залива: Fe на порядок, Zn и Mn – в 4 раза, Ni в 3-4 раза, Pb – в 2 раза. Суммарные значения поступления металлов из двух водоносных горизонтов указаны в табл.

Таблица. Величины подземного стока тяжелых металлов из палеоцен-эоценового и кампан-маастрихтского водоносного горизонтов

Элементы	Величина стока из палеоцен-эоценового водоносного горизонта, кг/год	Величина стока из кампан-маастрихтского водоносного горизонта, кг/год	Общий сток, кг/год
Pb	18,3	7,3	25,6
Cd	0,9	0,7	1,6
Co	9,1	7,3	16,4
Mn	1551,3	1095	2646,3
Cu	22,8	14,6	37,4
Ni	36,5	21,9	58,4
Zn	36,5	7,3	43,8
Cr	11,9	7,3	19,2
Fe	23725	8760	32485
As	45,6	36,5	82,1
Hg	0,9	0,7	1,6

Максимальный поток формируют железо – 32,5 т и марганец – более 2,5 т, что объясняется высокой природной концентрацией этих элементов в подземных водах зоны активного водообмена из-за гидролиза силикатных минералов. Величины поступления других элементов колеблются в широких пределах – от 1,6 (ртуть, кадмий) до 82,1 кг/год (мышьяк) (табл.). Источниками мышьяка в подземных водах могут быть: природные объекты (почвы, минералы и горные породы и др.); ядохимикаты – пестициды; сжигание угля и других видов ископаемого топлива.

Общий подземный сток азота составил около 13 т, фосфатов – менее 1 т. В поступлении биогенных веществ доминирует аммонийная форма азота (12 т/год). Эти значения много меньше, чем поступление биогенных элементов со стоком малых рек Калининградской области и с подземным стоком в Пущкий залив [14].

Выводы

Субмаринная разгрузка играет значительную роль в поступлении тяжелых металлов, биогенных элементов, ксенобиотиков в Балтийское море. Влияние этого процесса на состояние морских экосистем наиболее отчетливо проявляется в небольших замкнутых заливах, бухтах, где в зонах разгрузки наблюдаются изменения в структуре бентосных сообществ. В прибрежной зоне Калининградского п-ова из-за повышенных концентраций в подземных водах некоторых металлов (Fe, Mn), их сток может составлять тонны в год. Годовой сток большинства тяжелых металлов (Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr и др.) характеризуется величиной в десятки килограмм. В поступлении биогенных веществ (13 т/год) доминирует аммонийная форма азота (12 т/год). Полученные оценки величин подземного стока сопоставимы с результатами расчетов, выполненных для Пущкого залива [14]. Необходимо учитывать, что субмаринная разгрузка возможна не только непосредственно в зонах обнажения водоносных горизонтов на подводном склоне Калининградского п-ова, но и на значительном расстоянии от берега и на больших глубинах в зонах покмарков.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта №19-45-390007 «Влияние субмаринной разгрузки подземных вод на формирование донных осадков в Гданьской впадине Балтийского моря».

Литература

- [1] Геология Балтийского моря / под ред. В.К. Гуделиса, Е.М. Емельянова. - Вильнюс: Мокслас, 1976. - 384 с.
- [2] *Зекцер И.С.* Подземные воды как компонент окружающей среды. - М.: Научный мир, 2001. - 328 с.
- [3] *Зекцер И.С., Куделин Б.И.* К вопросу о подземном стоке в Балтийское море / И.С. Зекцер // Труды ГГИ. - 1965. - Вып. 122. - С. 82-86.
- [4] *Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р.* Взаимодействие морских и подземных вод в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики и его

экологические последствия // Материалы VII Междунар. Балтийского морского форума. Калининград: Изд-во БГАРФ, КГТУ. - 2019. - Т. 3. - С. 369-380.

[5] *Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р.* Роль субмаринной разгрузки подземных вод в формировании морских экосистем юго-восточной Балтики // Проблемы регионального развития в начале XXI века. Материалы международной научной конференции. - Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. - 2019. С. 244-252.

[6] *Семенчук А.В.* Условия формирования подземных вод Балтийской косы (Калининградская область): дис. канд. геол.-минерал. наук: 25.00.07 /Семенчук Александр Владимирович; ВСЕГЕИ. – СПб., 2018. – 152 с.

[7] *Соловов А.П., Архипов А.Я., Бугров В.А. и др.* Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. - М.: Недра, 1990, - 335 с.

[8] *Idczak J. et al.* A geophysical, geochemical and microbiological study of a newly discovered pockmark with active gas seepage and submarine groundwater discharge (MET1-BH, central Gulf of Gdańsk, southern Baltic Sea) // *Science of the Total Environment*. -2020. - №742:140306

[9] *Kotwicki L. et al.* Submarine groundwater discharge to the Baltic coastal zone: Impacts on the meiofaunal community // *Journal of Marine Systems*. - 2014. - №129. - pp. 118–126.

[10] *Lidzbarski M.* Groundwater Discharge in the Baltic sea Basin // *Geochemistry of Baltic Sea surface sediments*. Polish Geological Institute — National Research Institute. - Warsaw, 2011. - pp. 138-145.

[11] *Peltonen K.* Direct Groundwater Inflow to the Baltic Sea. - 2002. - 81 p.

[12] *Piekarek-Jankowska H.* Zatoka Pucka jako obszar drenazu wod podziemnych // *Wyd. UG. Gdansk*. - 1994. - 104 p.

[13] *Schlüter M. et al.* Spatial distribution and budget for submarine groundwater discharge in Eckernförde Bay (Western Baltic Sea) // *Limnol. Oceanogr.* - 2004. - Vol. 49. - pp. 157-167.

[14] *Szymczycha B., Susanna V., Pempkowiak J.* Nutrient fluxes via submarine groundwater discharge to the Bay of Puck, southern Baltic Sea // *Science of the Total Environment*. - 2012. - Vol. 438. - pp. 86-93.

[15] *Szymczycha B. et al.* Submarine groundwater discharge as a source of pharmaceutical and caffeine residues in coastal ecosystem: Bay of Puck, southern Baltic Sea case study // *Science of the Total Environment*. - 2020. - Vol. 713:136522

[16] *Szymczycha B., Kroeger K. D., Pempkowiak J.* Significance of groundwater discharge along the coast of Poland as a source of dissolved metals to the southern Baltic Sea // *Mar. Pollut. Bull.* - 2016. –V. 109, 1. - pp. 151-162.

S u m m a r y. The paper analyzes the characteristics of submarine discharge into the South-Eastern Baltic and gives examples of its impact on the development of benthic communities. Estimates of the volumes of submarine discharge of trace elements and biogenic elements in the coastal zone of the Kaliningrad Peninsula are given.

О КЛИМАТИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А.А. Павловский¹, В.И. Шамшурин²

НИИЦ Генерального плана Санкт-Петербурга»,¹ pa1@yandex.ru

² gc.shamshurin@gmail.com

ON THE CLIMATIC JUSTIFICATION OF PLANNING OF THE COASTAL TERRITORIES OF ST. PETERSBURG

A.A. Pavlovskii, V.I. Shamshurin

State Research and Design Center of Saint Petersburg Master Plan

Аннотация. На примере Санкт-Петербурга анализируются возможные последствия изменений климата для урбанизированных территорий. Показана значимость учета фактора глобального потепления для планирования устойчивого развития современного мегаполиса. Приводятся количественные оценки изменений климатических параметров. Рассматривается проблема возмущения естественного климатического режима в крупных городах. Показаны прогнозируемые оценки изменения климатических параметров, в том числе зоны затопления от Финского залива. Рассмотрены возможные последствия глобального потепления для развития Санкт-Петербурга в XXI веке. Предложены мероприятия по адаптации городской экономики и инфраструктуры к климатическим изменениям.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, изменения климата, адаптационные мероприятия, стратегическое планирование.

Введение

Среди урбанизированных территорий мира отдельного внимания заслуживают приморские агломерации, являющиеся транспортно-логистическими, промышленными и инновационно-технологическими центрами современной цивилизации. Их можно назвать экономическими и экологическими «горячими точками планеты», уязвимыми к последствиям глобального потепления.

Именно такой густонаселенной, экономически развитой приморской территорией, подверженной наводнениям, является Санкт-Петербург, для которого последствия современных изменений климата могут быть весьма существенными.

В связи с этим решение научной проблемы адаптации Санкт-Петербурга к последствиям современных изменений климата имеет важное социально-экономическое и хозяйственное значения для развития города в XXI веке.

Материал и методы

В качестве источников информации о документах территориального планирования и зонирования Санкт-Петербурга использованы сайты сети Интернет: Градостроительный портал Автоматизированной информационной системы управления градостроительной деятельностью (АИС УГД); Региональная информационная система «Геоинформационная система Санкт-Петербурга».

Данные о климатических параметрах получены в специализированных архивах: Мировых центрах данных «А» и «В» (<https://www.ncdc.noaa.gov/>; <http://meteo.ru/>).

Динамика уровня моря исследовалась по данным измерений на сети мареографов PSMSL и электронного атласа «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана» (<https://www.psmsl.org/>; <http://esimo.aari.ru/portal/>).

В качестве источника информации о прогнозируемых гидрометеорологических параметрах, рассчитанных с использованием климатических моделей, использован сайт центра распространения данных Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) (<https://www.ipcc.ch/>; <https://www.ipcc-data.org/>).

Методы исследования

В целом, оценка влияния современных изменений климата и их последствий на устойчивое градостроительное развитие Санкт-Петербурга в XXI веке осуществлялась с использованием системного подхода.

Наблюдающиеся и прогнозируемые изменения климата на территории Санкт-Петербурга были проанализированы и оценены на основе методов обработки гидрометеорологической информации.

Информационно-картографический подход и ГИС-технологии использовались при оценке площади городской территории, функциональных зон; количества зарегистрированных земельных участков, объектов капитального строительства и различных сооружений, попадающих в границы зоны затопления.

Результаты

В данной статье проведена комплексная оценка ранее выполненных авторами исследований в области различных последствий современных изменений климата для Санкт-Петербурга.

На фоне развивающегося глобального потепления, усиленного локальными климатическими особенностями крупнейших городов, наиболее «неустойчивыми» оказываются гидрометеорологические нормы, закрепленные во многих нормативно-правовых и нормативно-технических актах.

В годовом ходе температуры воздуха наибольшие изменения произошли в зимний и весенний периоды. Значения температуры приземного воздуха в эти месяцы, осредненные за последние десятилетия, на 3-4°C теплее по сравнению с климатом середины XVIII века [4].

Антропогенные преобразования территории, энергетические, промышленные и транспортные тепловые выбросы, сопровождающие рост населения агломерации, приведут к дальнейшему развитию так называемого «городского острова тепла», который, как было показано в работе [2], стал отличительной чертой Санкт-Петербурга в конце XIX века при достижении числа его жителей примерно на уровне миллиона человек. За счет данного эффекта Санкт-Петербургская положительная динамика, как температуры приземного воздуха, так и количества атмосферных осадков значительно превосходит другие репрезентативные пункты Балтийского региона (Стокгольм, Хельсинки).

Происходящие климатические изменения нашли отражение в действующих строительных нормах и правилах «Строительная климатология». В редакции документа, введенной в действие с 1 января 2013 года, нормативное значение средней годовой температуры приземного воздуха в Санкт-Петербурге выросло на 1°С – с 4,4 до 5,4°С. Особенно выделяется повышение средней температуры воздуха в марте – на 2,4°С. Абсолютная максимальная температура воздуха также существенно возросла – с 34 до 37°С. Продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха, равной и меньше 0°С, 8°С и 10°С сократилась на 7–8 дней [7].

Изменения термического режима уже в настоящее время значимо влияют на проектирование и эксплуатацию топливно-энергетического комплекса Санкт-Петербурга. Увеличение значений максимальной температуры воздуха, повторяемости и продолжительности так называемых «волн жары» влияет на здоровье человека.

При увеличении количества атмосферных осадков вопросы защиты городских территорий от затопления и подтопления, водоотведения поверхностного и грунтового стока занимают одно из центральных мест в современном градостроительстве.

Происходящие изменения интенсивности и количества дождей способны привести к самым серьезным последствиям для функционирования ливневой канализации. Существующие сложности могут значительно возрасти при развитии глобального потепления [5].

Климатические изменения приводят к изменению глубины сезонного промерзания – важной строительной нормы, влияющих на надежность фундаментов зданий и сооружений. В настоящее время в Санкт-Петербурге глубина сезонного промерзания практически для всех типов грунтов (суглинков и глин; супесей, песков мелких и пылеватых; песков гравелистых, крупных и средней крупности) сократилась на тридцать и более сантиметров [4].

При развитии глобального потепления природно-климатические условия месторасположения Санкт-Петербурга могут смениться с бореальных на морские. Прогнозируемый тип климата характеризуется менее выраженным годовым и суточным ходом температуры приземного воздуха, повышенной влажностью и облачностью. Это климат прохладного лета и мягкой зимы. Наиболее принципиальным изменением, которое может ожидать Санкт-Петербург в условиях морского климата, это отсутствие условий для формирования устойчивого снежного покрова.

Происходящие и прогнозируемые изменения природно-климатических условий Санкт-Петербурга создают для многих биологических видов благоприятные условия для инвазии, что может привести к значительным экономическим потерям и представлять опасность для здоровья населения [1].

Развитие глобального потепления сопровождается увеличением повторяемости опасных гидрометеорологических явлений (<http://meteo.ru/>). Для Санкт-Петербурга, в текущий климатический период, общее количество нагонных наводнений было максимальным за весь период наблюдений.

Например, с 1981 по 2011 годы произошло 60 наводнений, что более чем на 30% больше по сравнению с промежутком 1950-1980 годы. С даты ввода в эксплуатацию Комплекса защитных сооружений в 2011 году было остановлено 17 наводнений. В последний климатический период произошло смещение годового максимума повторяемости наводнений с осени на зиму [6].

Основными факторами, способными повлиять на увеличение зоны затопления Санкт-Петербурга, являются: средний уровень моря, повторяемость и продолжительность нагонных наводнений, уровень Ладожского озера и расход Невы, игнорирование фактора климатических изменений при градостроительном планировании развития побережья и акватории.

Уже в настоящее время есть основания говорить о том, что при наблюдающихся расходах Невы, продолжительности закрытия Комплекса защитных сооружений, максимальный уровень воды 1% обеспеченности в Невской губе при может достигнуть 240-260 см [3].

Согласно ранее полученным оценкам, при изменении климата площадь зоны затопления может существенно увеличиться в XXI веке – до 110 км². В этом случае соответственно возрастет численность населения, количество зданий и сооружений, подверженных наводнениям, особенно на участках, сформированных намывами [3]. Данные результаты были получены при сценарии повышения уровня восточной части Финского залива на 90 см.

Наиболее действенным способом по защите исторической части города от затопления, как при повышении среднего, так и максимального уровня моря является отказ от дальнейших планов по намыву искусственных земельных участков в Невской губе и освоению ее побережья под жилую и общественно-деловую застройку.

Данное мероприятие актуально и для берега Финского залива. Кроме того, для его защиты, даже в случае реализации оптимистических сценариев повышения уровня Мирового океана, уже в настоящее время следует применять специальные мероприятия по защите от затопления и разрушения.

Выводы

В настоящее время в рядах гидрометеорологических параметров в Санкт-Петербурге наблюдаются значимые положительные тренды, вызванные, как глобальным потеплением, так и влиянием локальных эффектов урбанизированной территории.

Локальное возмущение климатических условий Санкт-Петербурга, стало его характерной особенностью в конце XIX века, когда население города достигло одного миллиона человек. Согласно имеющимся прогнозам, численность населения Санкт-Петербургской агломерации к середине текущего столетия может возрасти до девяти миллионов человек. Имеющиеся в настоящее время прогностические оценки глобального потепления в Санкт-Петербурге в XXI веке будут усилены за счет дальнейшего развития городского острова тепла.

Глобальное потепление будет оказывать все возрастающее влияние на город и его население вне зависимости от сценария его социально-экономического развития Санкт-Петербурга.

Наиболее значимые негативные последствия климатических изменений для Санкт-Петербурга будут связаны с повышением среднего и максимального уровня моря, а также разрушением его побережья. Существующая зона затопления города даже при реализации относительно оптимистических климатических сценариев может возрасти до 110 км² к концу XXI века.

В связи с тем, что негативные последствия глобального потепления снижают экологическую безопасность в Санкт-Петербурге и в целом влияют на его развитие, фактор современных изменений климата должен комплексно учитываться при подготовке проектов различных строительных правил, отраслевых схемы, документов стратегического планирования, прогнозов социально-экономического развития, схем инженерной инфраструктуры.

Литература

- [1] *Медведев С.Г., Айбулатов С.В.* Насекомые комплекса гнуса Санкт-Петербурга и Ленинградской области. «Настоящее и будущее урбанизации: экологические вызовы». Материалы конференции (21 марта 2012 г., Санкт-Петербург) / Отв. ред. В.А.Р умянцев, Г.В. Менжулин. СПб., 2012. С.49-54.
- [2] *Менжулин Г.В., Павловский А.А.* Комплексная методика расчета и оценки нарушений естественного климатического режима в мегаполисе Санкт-Петербург. Ученые записки РГГМУ. 2016. №43. С. 154-173.
- [3] *Павловский А.А., Менжулин Г.В.* Изменения климата и оценка перспективы использования в петербургском градостроительстве искусственных намывных территорий. Труды ГГО. Вып.593. 2019. С.70–84.
- [4] *Павловский А.А. Менжулин Г.В.* Современные изменения климатических норм и обеспечение устойчивого развития Санкт-Петербурга как крупнейшего мегаполиса Северной Европы. Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Сер. 7. 2013. Вып. 2. С. 71-78.
- [5] *Павловский А.А.* О ливневых затоплениях некоторых территорий Санкт-Петербурга при современных изменениях климата. «Общество. Среда. Развитие». 2013. Вып. 2. С. 251-256.
- [6] *Павловский А.А., Менжулин Г.В.* О динамике Санкт-Петербургских наводнений в различные климатические периоды и оценки изменений уровня Финского залива при ожидаемом глобальном потеплении. Вестник СПбГУ, Серия 7 «Геология, география», 2010. №2. С. 71-83.
- [7] СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*».

S u m m a r y. Possible impacts of climate change on urbanized territories are analyzed using the example of St. Petersburg. The importance of taking into account the factor of global warming for planning the sustainable development of the modern metropolis is shown. Quantitative estimates of changes in climatic parameters are given. The problem of disturbance of the natural climate regime in large cities is considered. Predicted estimates of changes in climatic parameters, including flooding zone from the Gulf of Finland, are given. The possible consequences of global warming for the development of St. Petersburg in the XXI century are considered. Measures to adapt the urban economy and infrastructure to climate change are proposed.

**ИЗУЧЕНИЕ ВОДОПАДОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ
ЭКСПЕДИЦИЕЙ ОТДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ**

М.С. Потахин^{1,2}, А.В. Толстик¹, М.С. Богданова¹, А.П. Георгиев¹,
И.Ю. Георгиевский¹, С.Б. Потахин²

¹ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, *mpotakhin@mail.ru*
²Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск

**STUDYING OF WATERFALLS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA
BY THE EXPEDITION OF THE DEPARTMENT OF THE RUSSIAN
GEOGRAPHICAL SOCIETY IN THE REPUBLIC OF KARELIA**

M.S. Potakhin^{1,2}, A.V. Tolstikov¹, M.S. Bogdanova¹, A. P. Georgiev¹,
I. Yu. Georgievsky¹, S.B. Potakhin²

¹*Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk*
²*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk*

Аннотация. При поддержке Русского географического общества реализуется проект по изучению водопадов Европейского Севера России. В рамках проекта была организована экспедиция, целью которой являлось комплексное географическое исследование водопадов севера Республики Карелия и юга Мурманской области. В ходе экспедиционных работ изучено 30 объектов: проведено определение географических координат и основных морфо-гидрологических характеристик водопадов, выявлены особенности окружающего рельефа, оценено хозяйственное и рекреационное использование, а также антропогенное воздействие, проведена профессиональная фотосъемка и т.д. По итогам проекта создается единая база данных водопадов Европейского Севера России, разрабатываются рекомендации по их рекреационному использованию и сохранению.

Ключевые слова: водопад, Карелия, Кольский полуостров, РГО.

Введение

В период с 19 сентября по 4 октября 2020 г. отделением Русского географического общества (РГО) в Республике Карелия и Институтом водных проблем Севера (ИВПС) КарНЦ РАН (ФИЦ «Карельский научный центр РАН») организована экспедиция по изучению водопадов севера Республики Карелия и юга Мурманской области. Исследования проводились в рамках проекта «Неизвестные водопады Европейского Севера России», поддержанного РГО в 2020 г. В экспедиции принимали участие члены отделения РГО в Республике Карелия: сотрудники ИВПС КарНЦ РАН, ФИЦ «КарНЦ РАН» и Петрозаводского государственного университета.

Целью экспедиции являлось комплексное географическое изучение водопадов севера Карелии и юга Кольского полуострова. В ходе полевых исследований решались следующие задачи: выявление водопадов; определение географических координат и основных морфо-гидрологических характеристик водопадов (высота и угол падения, ширина потока и др.); выявление особенностей окружающего рельефа; оценка хозяйственного и рекреационного использования, антропогенного воздействия; проведение профессиональной фотосъемки и т.д.

Объекты и методы исследования

В ходе экспедиции за 16 дней было преодолено более 3000 км и исследовано 30 водопадов на севере Республики Карелия и юге Мурманской области (рис. 1). В отличие от водопадов северо-запада Ленинградской области (Карельский перешеек), или водопадов юга Карелии (Северное Приладожье), изученных авторским коллективом ранее [4], водопады исследуемого региона менее известны, их рекреационный потенциал не оценен, они в меньшей степени используются в туризме.

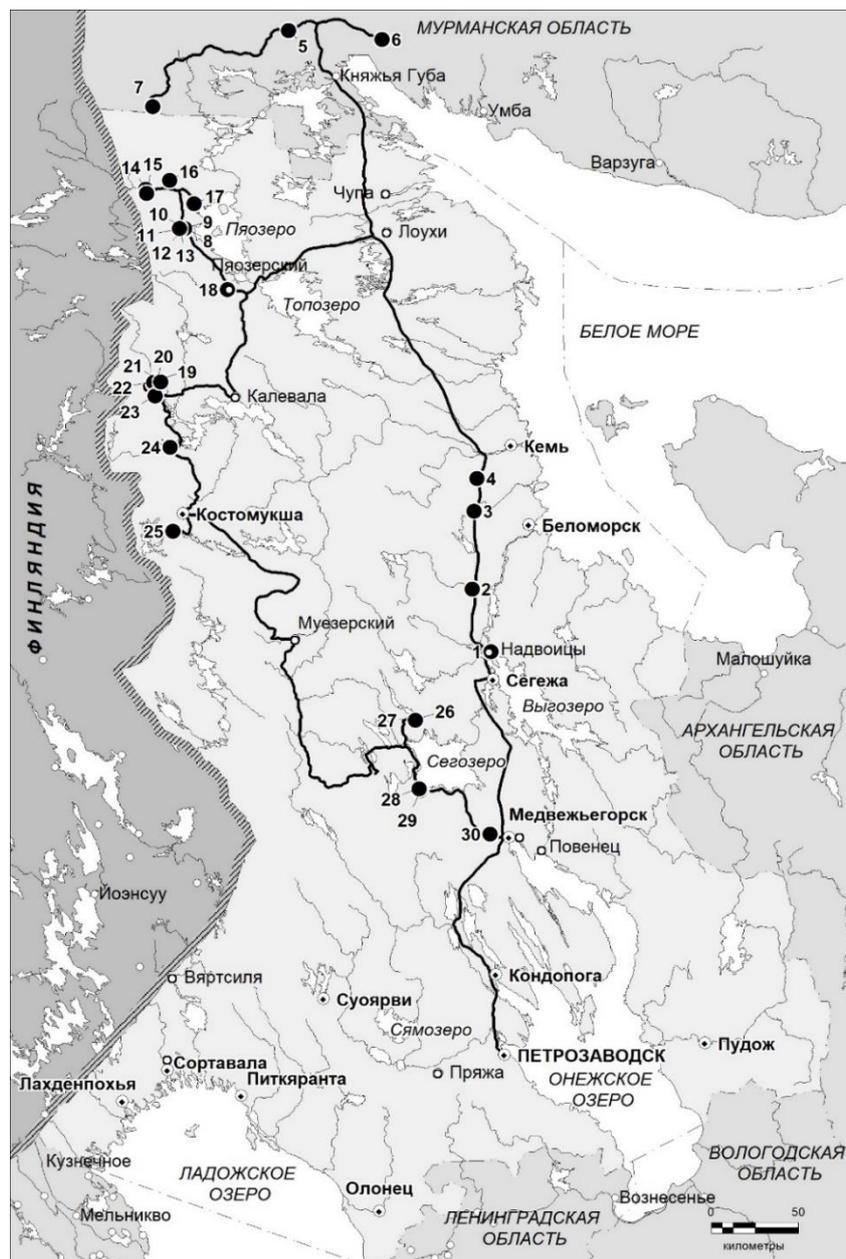


Рис. Маршрут экспедиции и изученные водопады:

1 — Воицкий падуи; 2 — Падуи (р. Тунгуда); 3 — Московский; 4 — без названия (р. Олонга); 5 — Падуи (р. Канда); 6 — Колвицкий; 7 — Большой Янискенгас; 8-13 — водопады на р. Тавойоки; 14 — Мянтюкоски; 15 — Селььякоски; 16 — Муткакоски; 17 — Киваккакоски; 18 — Тухка-Падуи; 19 — Куми; 20 — Дюрикко; 21 — Тайвал; 22 — Тухко; 23 — Колива; 24 — Кяунас; 25 — Царь-порог; 26-27 — водопады у Шалговары; 28-29 — водопады на р. Гормозерка; 30 — Падуи (р. Остер).

В ходе экспедиционных исследований на каждый изученный водопад заполнялся типовой информационный бланк [7], адаптированный к условиям исследуемой территории (табл.).

Таблица. Типовой информационный бланк полевого описания водопада

№	Индикаторы				Комментарии
<i>Топонимия</i>					
1	Название по карте				
2	Другие названия				
<i>Географическое положение</i>					
3	Субъект РФ / район				
4	Бассейн реки				
5	Река, ручей				
6	Географические координаты	φ	λ		
7	Высота н.у.м. (м БС)				
<i>Морфо-гидрологические характеристики</i>					
8	Общая высота падения				
9	Высота самой высокой ступени				
10	Количество ступеней				
11	Ширина				
12	Угол наклона	90-80°	80-60°	60-40°	< 40°
13	Функционирование	постоянный		сезонный	
14	Состояние	естественное	искусственное	измененное	
<i>Топология: структура и форма</i>					
15	Водопад	Каскад	Водоскат	Водослив	Перекат
16	«Кирпич»	«Штора»	«Квадрат»	«Конский хвост»	«Веер»
<i>Элементы инфраструктуры</i>					
17	Наличие дороги	Асфальтовая	Грунтовая	Тропа	Нет
18	Ближайший населенный пункт	Название:		Удаленность, км:	
19	Благоустроенность	Мостки: да / нет	Ограждения: да / нет	Смотровая площадка: да / нет	
20	Другие элементы инфраструктуры				

В бланке указывалось название водопада по топографической карте, а также альтернативные названия. Отмечались особенности географического положения: Субъект РФ, муниципальный район, бассейновая принадлежность и принадлежность частной речной системе, географические координаты (определялись на месте при помощи навигатора GARMIN GPSMAP 64st) и высота над уровнем моря (определялась по топографической карте). Указывались основные морфо-гидрологические характеристики: общая высота падения и высота самой высокой ступени (измерялись нивелиром оптическим SOKKIA B40 и теодолитом электронным VEGA Teo5B), ширина, угол наклона и т.д. Отмечалось место объекта в морфологическом ряду «водопад–каскад–водоскат–водослив–перекат» [6], его форма: «кирпич», «штора», «квадрат», «конский хвост» или «веер» [8]. Характеризовались элементы инфраструктуры: наличие дорог, ближайшие населенные пункты и их удаленность, благоустроенность территории (мостки, ограждения, смотровые площадки и т.д.).

Результаты и обсуждение

Из 30 водопадов, исследованных в ходе экспедиции, 27 находятся на территории Республики Карелия, 3 (рис., № 5-7) — на территории Мурманской области. Большинство водопадов относится к водосборному бассейну Белого моря и располагается в пределах частных водосборов малых (Шуя, Канда, Колвица) и средних (Выг, Кемь, Ковда) рек. Исключение — водопада Падун (№ 30) на р. Остер (водосбор р. Вичка), относящийся к водосборному бассейну Балтийского моря. Изученные водопады находятся в различных орографических условиях в пределах Прибеломорской низменности (№ 1-6), возвышенности Маанселькя (№ 7-24) и Западно-Карельской возвышенности (№ 25-30). Распределение изученных водопадов по геоморфологическим районам подтвердило выявленную ранее закономерность [5], что наибольшая концентрация водопадов наблюдается в пределах развития денудационно-тектонического грядово-блокового рельефа (возвышенность Маанселькя).

В процессе гидротехнического освоения ряд водопадов севера Карелии и юга Кольского полуострова были преобразованы или вовсе уничтожены. Например, в результате проектирования и создания каскада Кемских ГЭС (1930-70-е гг.) исчезли водопады Ужма и Падь-Юма, а в результате строительства Кумской ГЭС и создания Кумского водохранилища (1960-70-е гг.) — Софьянгский и Кумский водопады и т.д. [1, 3]. Поэтому объекты, трансформированные в результате гидротехнического строительства, в ходе экспедиции не изучались. В связи с этим следы плотин и других хозяйственных сооружений редко встречались на исследуемых водопадах. Исключением является Воицкий падун, значительно изменивший свой облик в результате создания Беломорско-Балтийского канала (из трех рукавов водопада остался только один). Многие исследованные водопады задействованы в водном туризме и испытывают стихийное рекреационное освоение как объекты

экскурсионно-познавательного туризма. Организованный туризм развит лишь в пределах особо охраняемых территорий: национальный парк «Паанаярви» (Мянтюкоски и Киваккаоски) и государственный природный заповедник «Костомукшский» (Царь-порог).

В настоящее время проводится обработка материалов экспедиционных исследований. На каждый исследованный водопад создана информационная карточка, содержащая основные его характеристики. Проводится наполнение разработанной ранее базы данных водопадов, которая в обновленном виде будет размещена на сайте ИВПС КарНЦ РАН [2]. По итогам проекта будут выработаны рекомендации по рекреационному использованию и сохранению водопадов Европейского Севера России.

Благодарности

Исследование проведено при поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

Литература

- [1] Григорьев С.В. Водопады Карелии. Петрозаводск, 1956. 76 с.
- [2] Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://water.krc.karelia.ru> (дата обращения: 25.02.2021)
- [3] Литвиненко А.В. К истории гидроэнергетического освоения водных объектов Карелии // Экологические исследования природных вод Карелии. Петрозаводск, 2003. С. 21-27.
- [4] Потахин М.С., Богданова М.С., Толстиков А.В., Потахин С.Б. Водопады Северного Приладожья как объекты природного и культурного наследия // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. СПб., 2015. С. 138-142.
- [5] Потахин М.С., Богданова М.С., Толстиков А.В. Водопады Карелии — перспективные объекты туризма // География: традиции и инновации в науке и образовании. СПб., 2014. С. 264-268.
- [6] Уфимцев Г.Ф. Водопады // Земля и Вселенная. 2014. №1. С. 94-105.
- [7] Batinas R.H. The methodology for assessing the potential attractiveness of waterfalls as tourist attractions // Studia Universitatis Babeş-Bolyai. Geographia. 2010. LV (2). P. 205-212.
- [8] Plumb G. Waterfall Lover's Guide Pacific Northwest: Where to Find Hundreds of Spectacular Waterfalls in Washington, Oregon, and Idaho. 5-th Edition. Washington, 2013. 384 p.

S u m m a r y. With the support of the Russian Geographical Society the project of study the waterfalls of the European North of Russia is being implemented. An expedition was organized within the framework of the project, during which a comprehensive geographical study of 30 waterfalls in the north part of the Republic of Karelia and the south part of the Murmansk region was carried out. As a result of the project, a unified database of waterfalls in the European North of Russia is being created and recommendations for their recreational use and conservation are being developed.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛОЙ ФРАКЦИИ ОТЛОЖЕНИЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

И.М. Пятов¹, В.М. Анохин²³

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, vvvv1a@mail.ru

²Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург,

³Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru

CLUSTER ANALYSIS METHODS FOR STUDYING THE DISTRIBUTION OF THE HEAVY FRACTION OF SEDIMENTS COASTAL AREA OF THE LADOGA LAKE

I.M. Piatov¹, V.M. Anokhin²³

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

Аннотация. На примере 18 проб тяжелой фракции из береговых отложений Ладожского озера был опробован способ типологизации берегов на основании кластерного анализа. В основу анализа были положены такие параметры тяжелой фракции, которые могут указывать на дистанцию переноса материала. Кластерный анализ производился методом Уорда и методом К-средних. В результате анализа оптимальным было принято разбиение на 3 кластера. Было установлено прямое соответствие между факторами, оказывающими влияние на распределение по кластерам, и отдельными параметрами тяжелой фракции. Также было установлено частичное соответствие между распределением по кластерам и географическим положением станций.

Ключевые слова: Ладожское озеро, статистика, кластерный анализ, кластеризация, береговая зона.

Введение

Использование многомерной статистики открывает серьезные перспективы для обработки и упорядочивания данных, получаемых в ходе различных полевых исследований. Целью исследования была типологизация шлихов тяжелой фракции, отобранной на различных участках береговой зоны, методом кластерного анализа на основании их минералогического строения, крупности и окатанности.

В данной статье используются данные ранее опубликованной работы [1].

Регион исследований, объекты и методы

В основу анализа были положены данные, полученные в ходе исследования береговой зоны Ладожского озера проведенного сотрудниками Института озероведения РАН в 2015-2018 гг. [1]. Пробы отбирались в береговой зоне Ладожского озера на 18-ти станциях в районах (рис. 1).

Методика отбора проб сводилась к промывке рыхлых отложений лотком с выделением тяжелой фракции. Проба начальным весом около 20 кг отбиралась из береговых отложений не далее, чем в 1 м от уреза воды. Шлих сознательно не домывался для снижения потерь частиц, способных дать информацию (что привело к значительному содержанию кварца в шлихе). Минеральный состав, крупность, окатанность частиц шлихов изучались под микроскопом при 20-40 кратном увеличении.



Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб с выделением тяжелой фракции.

Статистический анализ проводился по данным о минералогическом составе, крупности и степени окатанности частиц тяжелой фракции, отобранной из береговых отложений на 18-ти станциях в различных частях береговой зоны Ладожского озера. Выбор данного набора параметров обусловлен тем, что эти данные позволяют судить о дистанции переноса материала. В составе шлиха в разных комбинациях и пропорциях присутствуют следующие минералы и породы: кварц, магнетит, гранат, реже – полевой шпат, слюда, сульфиды (пирит и халькопирит). Изредка в небольших количествах встречаются обломки гранитоидов и частицы глин. Крупность зерен тяжелой фракции разделялась на следующие градации: менее 0,1; 0,1-0,3; 0,3-0,6 и 0,6-1 мм. Окатанность зерен подразделялась на хорошую, среднюю и плохую.

Представленные данные были проанализированы иерархическим методом Уорда, с метрикой Евклида, методом К-средних и методом факторного анализа по 2 главным компонентам [2].

Результаты и обсуждение

Известно, что с увеличением дистанции переноса частиц уменьшается их крупность, улучшается их окатанность, в составе частиц увеличивается доля стойких, и уменьшается доля нестойких к истиранию минералов.

При проведении кластерного анализа методом Уорда (Евклидова метрика) была получена дендрограмма (рис. 2). В результате анализа полученной дендрограммы, был выбран вариант разбиения на 3 кластера (linkage distance < 2) в качестве оптимального.

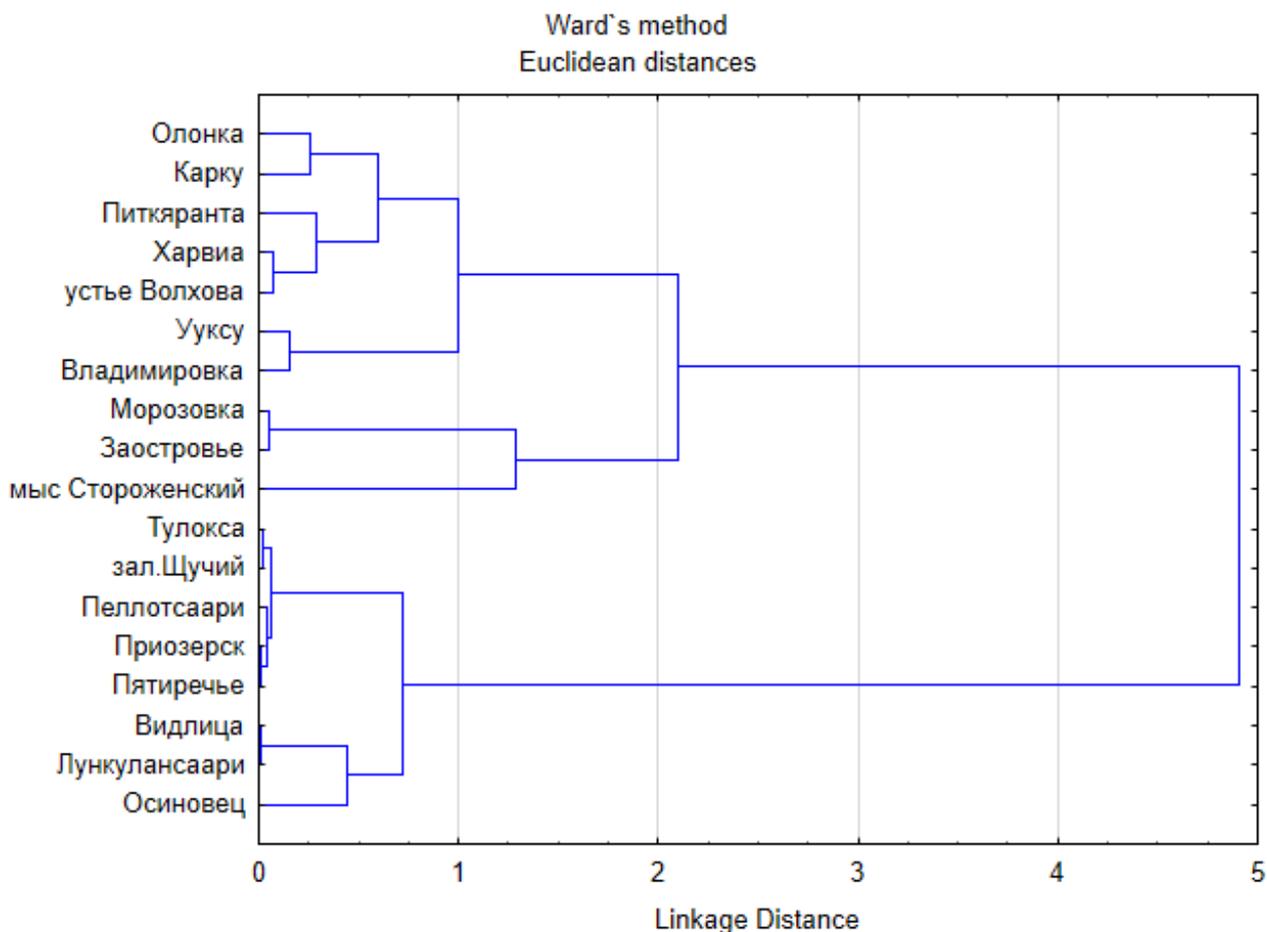


Рис. 2. Дендрограмма кластерного распределения станций отбора проб.

Представленные кластеры хорошо дифференцированы. Это указывает на существенные различия между кластерами. Для более детального представления этих различий, оказавших влияние на отнесение станций к определенному кластеру, был произведен факторный анализ матрицы евклидовой дистанции между станциями по двум главным компонентам (2 компоненты описывают 88,82% дисперсии).

При рассмотрении факторов, оказавших влияние на кластеризацию станций, было установлено, что фактор 1 описывает процентное содержание стойких к истиранию пород (кварц, магнетит, гранат) и окатанность. В свою очередь, фактор 2 описывает процентное содержание нестойких к истиранию пород и крупность. Во всех представленных случаях связь между фактором и исходными параметрами была прямой (чем выше значение фактора, тем выше значение переменной).

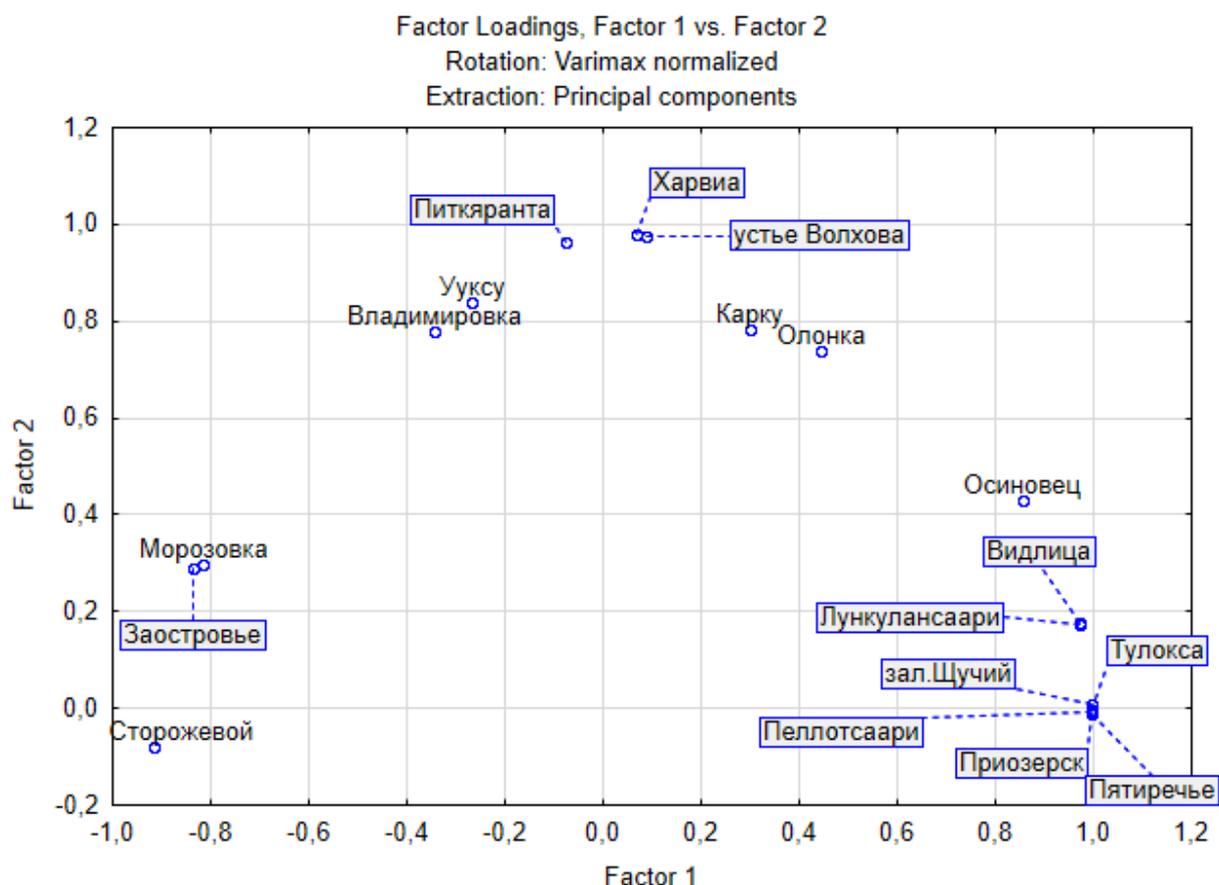


Рис. 3. Ординация станций пробоотбора в пространстве 2-х главных компонент после вращения методом Варимакс.

В дополнение к кластерному анализу, произведенному методом Уорда, был произведен анализ методом К-средних. При использовании дополнительного метода было установлено, что при разбиении на 3 кластера состав этих кластеров не изменился относительно результатов, полученных методом Уорда (рис. 2).

В связи с тем, что исходная матрица включала параметры, характеризующие дальность переноса материала, можно сделать вывод, что кластер 1 (Тулукса, Видлица, Карку, Лункулансаари, Ууксу, Питкяранта, Пеллотсаари, Харвиа, зал. Щучий, Приозерск, Владимирова, Пятиречье, Осиновец) включает станции материал которых преодолел наибольшее расстояние, кластер 2 (Олонка, Тулукса, Видлица, Карку, Лункулансаари, Ууксу, Питкяранта, Пеллотсаари, Харвиа, зал. Щучий, Приозерск, Владимирова, Пятиречье, Осиновец, Морозовка, устье Волхова) объединяет станции материал, с которых преодолел меньшее расстояние, а наименьшее расстояние преодолел материал со станций, включенных в кластер 3 (Морозовка, Заостровье, мыс Сторожевой).

Выводы

В результате проведения кластерного анализа были определены станции, которые имеют близкие значения тех параметров, которые указывают на дальность переноса материала. Однако при рассмотрении территориального

расположения полученных кластеров можно установить, что кластер 3 располагается на станциях южной части Ладоги, а кластеры 1 и 2 расположены в северной части озера и географически не дифференцированы. Такой результат можно считать условным, так как принципиально важным условием, необходимым для работы с различными видами многомерного статистического анализа является наличие большой базы данных. Точность и достоверность кластерификации можно значительно увеличить способом включения в анализ большего количества станций на всей протяженности береговой линии Ладожского озера.

В дальнейшем предполагается подвергнуть статистическому анализу значительно более представительное количество проб, которые отбираются из береговых отложений Ладожского озера на новых станциях каждый полевой сезон.

Главным результатом данного исследования авторы считают доказанную эффективность применения статистического анализа для решения задач изучения литодинамических процессов в береговой зоне Ладожского озера.

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № государственной регистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

[1] *Анохин В.М., Дудакова Д.С.* Распространение песков тяжелой фракции в прибрежных отложениях Ладожского озера // *Озера Евразии: проблемы и пути их решения.* – 2019. – С. 224-228.

[2] *Основы статистического анализа. Практик. по стат. мет. и исслед. операций с исп. пакетов STATISTICA и EXCEL: Уч.пос./ Э.А. Вуколов* - 2 изд., испр. и доп. - Москва: Форум:НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с.

S u m m a r y. On the example of 18 samples of the heavy fraction from the coastal sediments of Lake Ladoga, a method for typologizing the shores based on cluster analysis was tested. The analysis was based on parameters which can indicate the distance of material transfer. Cluster analysis performed by using the Ward method and the K-means method. As a result of the analysis, division into 3 clusters was accepted as optimal. A correspondence was found between the factors influencing the distribution by clusters and the parameters of the heavy fraction. Partial correspondence was found between the cluster distribution and the geographical location of the stations.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭОЛОВОГО МОРФОЛИТОГЕНЕЗА НА БЕРЕГАХ БЕЛОГО МОРЯ

Т.Ю. Репкина¹, Ф.А. Романенко¹, Н.Н. Луговой¹, А.Л. Гуринов²

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва, t-repkina@yandex.ru; faromanenko@mail.ru; lugovoy-n@yandex.ru

² РУДН, аграрно-технологический институт, г. Москва, gurinov.artem@gmail.com

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF AEOLIAN MORPHOLITOGENESIS ON THE COAST OF THE WHITE SEA

T.Yu. Repkina¹, F.A. Romanenko¹, N.N. Lugovoy¹, A.L. Gurinov²

¹ Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University, Moscow

² RUDN, Agrarian and Technological Institute, Moscow

Аннотация. На Летнем, Терском и Зимнем берегах Белого моря методами геоморфологического и георадиолокационного профилирования, DGPS и БПЛА съемок охарактеризованы антропогенно-эоловый рельеф и отложения. Выявлена зависимость характера антропогенной трансформации эолового морфолитогенеза от динамики берега. Установлено время начала интенсивного антропогенного преобразования прибрежных террас в окрестностях с. Кузомень (Терский берег) и д. Яреньга (Летний берег).

Ключевые слова: антропогенный рельеф, морские террасы, эоловый морфолитогенез, DGPS, БПЛА, GPR, Белое море.

Введение

Эоловые процессы – один из важных факторов морфолитогенеза аккумулятивных песчаных берегов арктических морей [10, 11]. Антропогенное воздействие на побережья морей Российской Арктики, возросшее в последние столетия [1, 7, 9], вызвало активизацию эоловых процессов и изменения эолового морфолитогенеза [2, 7]. На Терском, Летнем, Зимнем и Канинском берегах Белого моря появились песчаные антропогенные пустыни (рис. 1) - участки, где эоловые процессы, спровоцированные деятельностью человека, определяют облик и динамику рельефа побережья. Изучение проблемы антропогенной активизации и трансформации эолового морфолитогенеза, уже чрезвычайно острой на ряде участков, например в устьях р. Варзуги (Кузоменские пески) [2, 4, 5, 11] и р. Шойны [12], актуальна для планирования хозяйственной деятельности на побережье морей Российской Арктики.

Регион исследований, объекты и методы

Полевые исследования проведены на трех участках побережья Белого моря (рис. 1).

Эоловый рельеф и отложения изучены методами геоморфологического профилирования прибрежных террас и литостратиграфического описания разрезов. На ключевых участках Летнего (с. Лопшеньга - д. Яреньга) и Зимнего (м. Инцы - с. Ручьи) берегов проведены георадиолокационные исследования, съемки DGPS и беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) [2]. Время начала антропогенной активизации эоловых процессов на прибрежных голоценовых террасах Терского (с. Кузомень) и Летнего (с. Лопшеньга - д. Яреньга) берегов установлено путем радиоуглеродного датирования

фрагментов деревьев, погибших при смещении подвижных песков. Образцы для датирования отобраны из комлей и пней сухих деревьев. Радиоуглеродное датирование проведено в лабораториях ГИН РАН и СПГУ. Калибровка радиоуглеродных дат выполнена в программе CALIB REV 8.2 с помощью калибровочной кривой «IntCal 20» [14].



Рис. 1. Положение песчаных антропогенных пустынь побережья Белого моря (желтые точки) и участков полевых работ (желтые контуры).
Основа - изображение GoogleEarth (<https://www.google.com/earth/>).

Результаты и их обсуждение

Ареалы резкой антропогенной активизации эоловых процессов приурочены к окрестностям поселений, расположенных на аккумулятивных берегах, испытавших в голоцене слабое поднятие [3, 6, 8] и подверженных сильным ветрам.

Наиболее крупная и известная антропогенная пустыня – Кузоменские пески на правом берегу р. Варузги. В настоящее время пустыня занимает около 30% площади голоценовой песчаной косы (~8 кв. км). Здесь чередуются поверхности эолового выравнивания, останцы террас, небольшие дюны и подвижные «бугристые» пески. Перевывание косы, формирующейся с ~8.1 тыс. л.н., началось не ранее ~2.3-2 тыс. кал. л.н. [3]. В последние десятилетия наступление подвижных песков на старинное поморское село Кузомень (основано в 1667 г.) стало экологическим бедствием. К причинам активизации эоловых процессов относят комплекс антропогенных воздействий: вырубку деревьев, выпас скота и пожары [4]. По датам, полученным из комлей и стволов усохших деревьев, движение песков началось в разных частях косы не одновременно – в интервале ~300-50 кал.л.н., что подтверждает мнение [4]. Воздействие человека на эоловые процессы стало заметным примерно через 100 лет после образования поселения и в последние десятилетия нарастает. Полевые наблюдения показали, что свежие очаги дефляции возникают при нарушении растительного покрова вдоль грунтовых дорог.

На Летнем берегу Белого моря преобладают антропогенные пустыни иного облика. Как правило, непосредственно за авантюной располагается нарушенная проездами транспорта поверхность эолового выравнивания с

останцами переветренных морских террас. Вынесенный с пляжей и низких террас материал аккумулируется в тыловой части активных дюн. Последние постепенно продвигаются в сторону суши и засыпают растущие на террасах сосновые леса. На участках, не нарушенных человеком, дефляционные котловины приурочены к вершинам береговых валов и не образуют единой поверхности выравнивания [8]. Наиболее крупная поверхность эолового выравнивания (~1 кв. км) сформировалась у д. Яреньга. Датирование комлей отмерших сосен показало, что еще ~600-560 кал.л.н. прибрежная терраса была покрыта сосновым лесом. Начало активизации эоловых процессов, связано, вероятно, с возникновением в XVI в. поселения (Яреньгского Погоста). Дефляция стала наиболее интенсивной в последние десятилетия – с 1960-х годов высота террасы снизилась не менее, чем на 0.5 м. Основная причина активизации дефляции – разезды транспорта и выпас скота.

На Зимнем берегу (м. Инцы - устье р. Ручьи) зафиксированы два этапа активизации эоловых процессов под действием климатических изменений - во время регрессии раннего голоцена (~11.1-9.5 тыс. кал. л. н.) и около 2 тыс. кал. л. н. [6]. Воздействие хозяйственной деятельности человека на прибрежные террасы началось в XIV в., и уже в конце XIX века было интенсивным [13]. В результате антропогенной активизации эоловых процессов здесь чаще возникают дефляционные формы: к транспортным колеям и грунтовым дорогам приурочены котловины выдувания (глубина 0.1-4 м), а к участкам площадного антропогенного воздействия - поверхности эолового выравнивания. При отсутствии ядер аккумуляции пески, вынесенные из береговой зоны и с поверхности террас, могут распространяться на значительное расстояние от источника выноса и не создавать заметных аккумулятивных форм. При наличии естественных или антропогенных препятствий возникают «шлейфы» (мощность 0.5-1 м), надувы (мощность до 2 м), обособленные дюны (высота 1-5.5 м) или дюнные массивы (высота до 2.5 м). В районе с. Ручьи отмечена активизация выноса наносов из береговой зоны, вызванная регулярными механическими нарушениями приливной осушки, пляжа и береговых уступов проездами транспорта.

Эоловые отложения, образовавшиеся в результате антропогенной активизации дефляционных процессов, по составу и строению часто практически не отличаются от естественных. Обычно они представлены разнозернистыми, преимущественно мелко- и среднезернистыми пылеватыми слоистыми песками. Вблизи поселений пески могут быть насыщены включениями бытовых отходов, железного лома и обломков построек. Такие отложения могут рассматриваться как эолово-антропогенные. Как правило, это неравномерно слоистые и неоднородные по составу пески мощностью от 1-1.5 до 5 м, с содержанием антропогенных включений от первых процентов до более половины объема толщи. Наличие антропогенных включений позволяет идентифицировать антропогенно-эоловые отложения на радарограммах [2]. С точки зрения хозяйственного использования прибрежных территорий важно учитывать, что разнообразные по составу включения непредсказуемым образом

изменяют физико-механические свойства таких отложений. Потому антропогенно-эоловые отложения целесообразно классифицировать по содержанию и составу антропогенных включений.

Выводы

Основными причинами активизации эоловых процессов представляются нарушения почвенно-растительного покрова и поверхности аккумулятивных террас в результате механического воздействия при строительстве поселений, проездах транспорта, выпасе скота и пожарах.

Образование крупных массивов подвижных песков возможно на участках устойчивой аккумуляции наносов (устья рек Кузомень, Шойна, м. Инцы), где мощность песчаного чехла террас и объемы поступления песков из береговой зоны значительны. На участках умеренной аккумуляции наносов (левобережье р. Ручьи) преобладает дефляция, но также возникают формы аккумулятивного антропогенно-эолового рельефа. На абразионных берегах, бедных наносами (левобережье р. Яреньги), на нарушенных человеком поверхностях господствуют дефляция.

Антропогенно-эоловые отложения представляют собой неравномерно слоистые пески мощностью 1-5 м, неоднородные по составу и объему антропогенных включений.

Благодарности

Работы выполнены при поддержке проектов РФФИ 18-05-60200, 19-05-00966 и 18-05-60221 (полевые работы), в рамках тем ГЗ «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования» (камеральная обработка данных съемок DGPS и БПЛА, геоморфологический анализ) и № 0148-2019-0005 (интерпретация результатов георадиолокационных исследований).

Литература

- [1] Бредихин А.В., Еременко Е.А., Харченко С.В., Беляев Ю.Р., Романенко Ф.А., Большов С.И., Фузеина Ю.Н. Районирование Российской Арктики по типам антропогенного освоения и сопутствующей трансформации рельефа на основе кластерного анализа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 1. С. 42–56.
- [2] Гуринов А.Л., Луговой Н.Н., Репкина Т.Ю. Антропогенная активизация эолового морфолитогенеза на Зимнем берегу Белого моря (по данным георадиолокационной, DGPS и БПЛА съемок) // VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. М.: Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, 2020. С. 476-481.
- [3] Зарецкая Н.Е., Репкина Т.Ю. Новые данные по истории Терского берега Белого моря в голоцене (район устья р. Варзуги) // Геология морей и океанов. Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. 3. ГЕОС Москва, 2015. С. 185–189.

- [4] Казаков Л.А., Вешняков Г.В. Кузоменские пески в начале ХХХІ века. М.: Пи-Квадрат, 2014. 128 с.
- [5] Медведев П.М. Кузоменские подвижные пески и мероприятия по их закреплению // Изв. ВГО. Т. 96. Вып. 1, 1964. С. 30-38.
- [6] Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Шилова О.С. и др. Юго-восточный берег Горла Белого моря в голоцене: рельеф, отложения, динамика // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 6. Спб.: ААНИИ, 2019. С. 146–153.
- [7] Репкина Т.Ю., Луговой Н.Н., Романенко Ф.А., Лукьянова С.А. Антропогенная трансформация берегов Российской Арктики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2020. № 6. С. 10-20.
- [8] Репкина, Т. Ю., Романенко, Ф. А., Зарецкая, Н. Е., Кублицкий, Ю. А., Леонтьев, П. А., Шилова, О. С., Беличенко, А. Е., Архипов, В. В., и Яковлева, А. П. Динамика западного берега Унской губы (Летний берег Белого моря) в голоцене и его заселение // Материалы ХХІІІ Международн. научн. конф. (Школы) по морской геологии «Геология морей и океанов». Т. 3. ИО РАН Москва, 2019. С. 212–216.
- [9] Романенко Ф. А. История природопользования / В кн.: Геоэкологическое состояние арктических побережий России и безопасность природопользования / ред. Н. И. Алексеевский. М.: ГЕОС, 2007. С. 98-112.
- [10] Романенко Ф.А. Стрoение и динамика рельефа островов Карского моря // Динамика Арктических побережий России / Под ред. В.И. Соломатина, В.А. Совершаева, И.И. Мазура. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. С. 131-147.
- [11] Сафьянов Г.А., Шевченко Н.Е. Эоловые процессы на берегах Белого моря // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря. Геленджик: ЮО ИО РАН, 2007. С. 175-178.
- [12] Тайна Шойны. Правила жизни в заполярном поселке, утопающем в песке. РИА Новости. 06.09.2020. (<https://ria.ru/20200906/pustynya-1576801353.html>). Дата обращения 25.02.2021.
- [13] Ramsay W. Über die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit. Fennia, 1898. Bd. XVI. N 1. P. 1-151.
- [14] Reimer P, Austin WEN, Bard E, Bayliss A et al. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kB). Radiocarbon 62. 2020. doi: 10.1017/RDC.2020.41.

S u m m a r y. On the Letniy, Terskiy and Zimniy Coasts of the White Sea the anthropogenic-aeolian relief and sediments have been characterized. The methods of geomorphological and GPR profiling, DGPS and UAV surveys were used. The dependence of the nature of anthropogenic transformation of aeolian morpholithogenesis on the dynamics of the coast was revealed. The time of the beginning of intensive anthropogenic transformation of coastal terraces in the vicinity of the villages Kuzomen (Terskiy Bereg) and Yarenga (Letniy Bereg) has been established.

МОРФОДИНАМИКА БЕРЕГОВ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ (ОКРЕСТНОСТИ С. ПУРНЕМА)

Т.Ю. Репкина^{1,2}, А.П. Яковлева¹, П.А. Леонтьев², Н.Е. Зарецкая^{3,4},
А.Е. Беличенко⁵

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, г. Москва, *t-repkina@yandex.ru*

² РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, *barograph@yandex.ru*

³ Институт географии ГРАН, г. Москва; ⁴ ГИН РАН, г. Москва, *n_zaretskaya@inbox.ru*

⁵ Институт Археологии РАН, г. Москва, *alexbelichenko@yandex.ru*

MORPHODYNAMICS OF THE COAST OF THE ONEGA BAY OF THE WHITE SEA IN HOLOCENE (THE AREA OF THE V. PURNEMA)

T.Yu. Repkina^{1,2}, A.P. Yakovleva¹, P.A. Leontiev², N.E. Zaretskaya^{3,4},
A.E. Belichenko⁵

¹ Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University, Moscow

² Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

⁴ Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow; Institute of Geology, Russian
Academy of Science, Moscow

⁵ Institute of Archaeology, Russian Academy of Science, Moscow

Аннотация. На северо-восточном побережье Онежского залива (Лямецкий берег Белого моря) проведены геоморфологические, палеолимнологические, археологические и геохронологические исследования. Выделены и датированы два уровня террас (5-7.5 – 10 м и менее 5-7.5 м н.у.м.). Они сформировались ранее и позднее ~ 5 тыс. кал.л.н. соответственно. Строение террас указывает на изменения морфолитодинамических условий, вызванные поднятием побережья и увеличением мощности потоков наносов. Относительный уровень моря в голоцене, вероятно, был не выше ~10 м н.у.м.

Ключевые слова: морские берега, морфодинамика, голоцен, хронология, заселение, Онежский залив, Белое море.

Введение

В истории послеледникового развития Онежского залива Белого моря осталось еще много вопросов. В частности, нет единого представления о ходе относительного уровня моря (ОУМ) на берегах залива и соотношении вклада гляциоизостатических, тектонических и эвстатических факторов динамики уровня [2, 4-5 и др.]. Недостаточно данных о «жизни» береговой зоны (БЗ) залива на протяжении голоцена. Строение и динамика берегов влияли на размещение стоянок древнего человека, которые стали дополнительными индикаторами положения ОУМ. Цель исследования - сбор новых фактических данных об истории развития и заселения берегов Онежского залива.

Регион исследований, объекты и методы

Район исследования расположен на юго-западном берегу Онежского полуострова, между мысом Глубоким и губой Ухта (рис. 1). Он приурочен к зоне сопряжения тектонических блоков: выступа кристаллического фундамента (ЮЗ берег Пурнемского залива и прямолинейный участок берега к СЗ от м. Глубокого) и Унско-Ухтинской грабенообразной депрессии (С берег Пурнемского залива, губа Ухта) [4]. Породы архейского кристаллического фундамента перекрыты аргиллитами и алевролитами венда; в пределах поднятого блока они иногда обнажаются в береговых уступах. Облик

современных ландшафтов определен рельефом кровли морены последнего оледенения, повсеместно перекрывающей породы венда. На высотах менее 40 м н.у.м. ледниковые отложения в той или иной мере переработаны морем и частично перекрыты ледниково-морскими и морскими осадками [4]. И.Г. Авенариус [1] полагает, что различия режима вертикальных движений блоков сохраняются до настоящего времени.

Строение современной БЗ в пределах разных блоков отличается [8]. Для поднятого блока типичны песчаные пляжевые берега. В Ухтинской депрессии преобладают осушенные берега, и только на полуострове Вейнаволок - абразионные берега с уступами размыва в прибрежно-морских голоценовых песках. Вдольбереговые потоки наносов устойчивы, направлены преимущественно с СЗ на ЮВ, а от м. Вайнаволок – на СЗ и СВ [8]. Величина прилива – 2 м, экстремальные нагонные подъемы уровня могут быть на 2.4 м выше уровня прилива [3]. По данным [4] во время позднеледниковой трансгрессии ОУМ достигал ~40 м, а во время трансгрессии Тапес - 13.5 м н.у.м.



Рис. 1. Положение участка исследований и фактический материал. Основа: спутниковое изображения Google Earth.

Желтым контуром показан участок исследований, точками - пункты отбора образцов отложений, звездочкой - положение стоянки Вейга-I.

Полевые исследования проведены в 2014 и 2019 гг. В 2014 г. в ходе рейса НИС «Эколог» отложения чехла террас изучены на побережье Пурнемского залива в 2 скважинах ручного бурения. Отобраны образцы на радиоуглеродный, диатомовый и палинологический анализы. В 2019 г. на участке от м. Глубокого до м. Вейнаволок выполнено геоморфологическое профилирование и картографирование прибрежных террас и археологическая разведка. Отложения чехла террас изучены в 13 скважинах и разрезах; в 8 из них отобраны образцы на радиоуглеродный и диатомовый анализы (рис. 1). Радиоуглеродное датирование образцов проведено в ГИН РАН. Калибровка радиоуглеродных дат выполнена в программе CALIB REV 8.2 с помощью калибровочной кривой «IntCal 20» [9].

Результаты и их обсуждение

Морские террасы с древними береговыми валами, косами и авантюнами развиты на высотах до 10 м н.у.м. Они примыкают к палеоклифу высотой 10-30 м, отделяющему террасы от заболоченных ледниково-морских и ледниковых равнин [4]. В пределах поднятого блока ширина террас - 0.2-0.8 км; палеоклиф прямолинейный, крутой. В Унско-Ухтинской депрессии ширина террас увеличивается до 1.5-2 км, палеоклиф положе, имеет более сложные очертания. На высотах до ~12.5-13 м н.у.м. между сглаженными моренными холмами развиты заболоченные котловины. В одной из них (т. 102, сплавина безымянного озера с урезом 11.2 м н.у.м.) под озерно-болотными отложениями мощностью 4.6 м вскрыты пески с большим количеством растительных остатков, сходные с отложениями мелководных заливов. На отметках ~13 м (т. 129), под плотным торфом мощностью 4.7 м вскрыты плотные суглинистые пески и сизо-серые опесчаненные суглинки с редкими включениями органических остатков. Вероятно, межрядовые понижения на отметках выше ~10 м н.у.м. заполнялись водами позднеледниковой трансгрессии.

В строении террасового комплекса выделяются 2 уровня: на высотах от 5-7.5 до 10 м и < 5-7.5 н.у.м.; как правило, они разделены уступом.

На верхнем (5-7.5 – 10 м н.у.м.) уровне в пределах поднятого блока преобладают абразионные и цокольные террасы, выработанные в ледниково-морских суглинках, морене или породах венда. В Унско-Ухтинской депрессии развиты песчаные аккумулятивные, реже - цокольные террасы. Их поверхность плоская (в районе с. Пурнема) или осложнена береговыми валами и косами (в вершине Пурнемского залива, и на полуострове Вейнаволок).

В вершине Пурнемского залива развиты заболоченные палеолагуны с отметками 6-7.5 и 5.5-7 м н.у.м. Котловины палеолагунов разделены береговыми валами (2-4 вала общей шириной до 70 м). Нижняя котловина ограничена со стороны моря системой береговых валов (ширина 100-600 м), а с СВ, со стороны р. Вейги, – сложными косами (ширина ~ 400 м). Косы ориентированы с СВ на ЮЗ, т.е. в направлении, противоположном преобладающему современному потоку наносов. В понижениях между косами (т. 109) под плотным торфом с обломками древесины (1.3 м) вскрыты сизо-серые плотные опесчаненные алевриты. Строение отложений верхней (т. 72) и нижней (т. 84; 96) палеолагунов однотипно – под озерно-болотными отложениями (1-1.5 м) залегают сизо-серые тонкослоистые опесчаненные алевриты с растительными остатками (0.2-0.5 м). Скважиной в т. 96 вскрыты подстилающие их глинистые пески. Накопление песков завершилось не позднее 4300 ± 100 ^{14}C л.н. (ГИН-15212) (~5.0- 4.8 тыс. кал.л.н.), а алевритов - не позднее 3180 ± 100 ^{14}C л.н. (ГИН-15210) (~3.5-3.3 тыс. кал.л.н.). Терраса отделена от нижележащей отчетливым абразионным уступом.

На берегу р. Вейги в прибрежной части террасы (6-6.5 м н.у.м.) обнаружено поселение Вейга-I. Оно состоит из четырех жилищных впадин полуземляночного типа, ориентированных вдоль южного склона террасы. В шурфе найдены отходы кремневого производства, обломок наконечника стрелы, скребок, а также мелкие фрагменты пористой керамики, характерной

для памятников раннего металла Беломорской морской культуры. Предварительная датировка поселения – II – I тыс. до н.э. [6]. Таким образом, судя по датам из осадков палеолагуны и оценкам времени бытования археологического памятника, ~4-3 тыс. кал.л.н. поверхности на высотах 6-6.5 м уже вышли из-под уровня моря и были заселены.

На нижнем (до 5-7.5 м н.у.м.) уровне в пределах поднятого блока преобладают аккумулятивные и цокольные террасы с песчаными береговыми валами относительной высотой 0.5-2 м. Со стороны моря они окаймлены дюнами. В тыловой части террасы (т. 70, высота 5 м н.у.м.) под торфом вскрыты суглинистые пески и суглинки с древесными остатками, залегающие на бирюзовых ледниково-морских глинах. В устье р. Пурнемы на отметках до 5-6 м сформировалась протяженная (2.2 км), узкая (0.2 км) коса. Её ориентировка показывает, что направление потока наносов на западе участка было аналогично современному. В Унско-Ухтинской депрессии зафиксирована смена берегов волнового генезиса осушными. В губе Ухта гидродинамические условия изменилась раньше - плоские марши, сложенные опесчаненными и оторофванными суглинками (т. 103) развиты на отметках от 5 м н.у.м. до современного уреза. В вершине Пурнемского залива смена условий произошла позже. На отметках 2.5-4.5 м н.у.м. развиты береговые валы, сходные по строению с более древними. Накопление прибрежно-морских песков в их тылу (т. 101) завершилось около 1340±100 л.н. (ГИН-15209) (~1.4-1.2 тыс. кал. л.н.). Ниже 2.5 м н.у.м. развиты марши, а в долине р. Вейги - аллювиально-морские террасы (т. 120) и поймы. Контакт поверхностей разного генезиса подчеркнут уступом.

Выводы

На основании анализа строения рельефа, литостратиграфического описания отложений чехла террас и полученных к настоящему времени радиоуглеродных дат можно сделать следующие предварительные выводы. 1). Относительный уровень моря в голоцене, не был, вероятно, более чем на ~10 м выше современного. Близкие оценки положения ОУМ получены для центральной и северной частей Унско-Ухтинской депрессии [7]. 2). Заливы на отметках 10-12.5-13 м, вероятно, были заполнены наносами в ходе позднеледниковой трансгрессии. 3). Строение террас разных уровней (< 5-7.5 и 5-7.5 - 10 м н.у.м.) указывает на изменения условий формирования берегов на рубеже среднего и позднего голоцена, связанные как с поднятием побережья, так и с увеличением мощности потоков наносов. 4). Смена берегов волнового генезиса осушными в заливах Унско-Ухтинской депрессии в позднем голоцене вызвана изменением контура берега в результате медленного поднятия. 5). Судя по незначительным отличиям высоты террас в пределах разных тектонических блоков, темпы поднятия последних в голоцене были близки.

Благодарности

Работы выполнены при поддержке проекта РФФИ 19-05-00966 согласно договору о научном сотрудничестве между ФГБУ «НП «Кенозерский» и МГУ

имени М.В.Ломоносова (географический факультет), в рамках тем ГЗ «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования» (геоморфологические исследования), ГЗ при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016) (палеолимнологические исследования) и тем ГЗ ИГ РАН и ГИН РАН (геохронологические исследования). Авторы признательны экипажу и участникам рейса НИС «Эколог» и студентам РГПУ им. А. И. Герцена, принимавшим участие в полевых работах.

Литература

- [1] *Авенариус И.Г.* Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. М.: Paulsen. 2008. 187 с.
- [2] *Боярская Т.Д., Полякова Е.И., Свиточ А.А.* Новые данные о голоценовой трансгрессии Белого моря // *ДАН*. 1986. Т. 290, № 4. С. 964-968.
- [3] *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Белое море.* Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
- [4] Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000, серия Онежская, листы Q-37-XXXI, XXXII. Объяснительная записка. Спб.: ВСЕГЕИ, 2000. 75 с.
- [5] *Колька В.В., Корсакова О.П., Лаврова Н.Б., Шелехова Т.С., Толстоброва А.Н., Толстобров Д.С., Зарецкая Н.Е.* Стратиграфия донных осадков малых озёр и палеогеография западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковье и голоцене // *Геоморфология*. 2018. № 2. С. 48-59.
- [6] *Репкина Т.Ю., Беличенко А.Е., Леонтьев П.А., Яковлева А.П., Левкова Д.Н., Орлов А.В., Коблашов И.Д.* Отчет по теме: «Эволюция рельефа Лямыцкого берега Белого моря (Онежский п-ов) в контексте развития древних сообществ и безопасности хозяйственного освоения побережья». Архив ФГБУ «НП «Кенозерский». 2019. 29 с.
- [7] *Репкина Т.Ю., Гуринов А.Л., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Луговой Н.Н., Дудоркин Е.С., Перетрухина А.О.* Новые данные о строении рельефа и послеледниковых отложений побережий пролива Горло и Онежского полуострова (Белое море) // *Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 7.* 2020. С. 158-163.
- [8] *Сафьянов Г.А., Репкина Т.Ю.* Морфо- и литодинамика берегов Онежского полуострова // *Система Белого моря. Т. IV. Процессы осадкообразования, геология и история.* М.: Научный мир, 2017. С. 185-200.
- [9] *Reimer P, Austin WEN, Bard E, Bayliss A et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kB). *Radiocarbon* 62. 2020. doi: 10.1017/RDC.2020.41.

S u m m a r y. Geomorphological, paleolimnological, archaeological and geochronological studies have been carried out on the NE coast of Onega Bay (Lyamitsky coast of the White Sea). Two levels of terraces (5-7.5-10 m and <5-7.5 m) have been identified and dated. They formed earlier and later ~ 5 thousand cal BP respectively. The structure of the terraces indicates changes in morpholithodynamic conditions caused by the rise of the coast and an increase in the volumes of sediment flows. The relative sea level in the Holocene was probably no higher than ~ 10 m above modern sea level.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЮГА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.Б. Санникова

КубГТУ, г. Новоросси́ск, anna.san@bk.ru

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL TRANSFORMATIONS OF LANDSCAPES IN THE SOUTH OF KRASNODAR REGION

A.B. Sannikova

Kuban State Technological University, Novorossiysk

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме экологически безопасного и устойчивого развития живых организмов в условиях природного и техногенного загрязнения тяжелыми металлами ландшафтов юга Краснодарского края (Северо-Западного Кавказа). Работа основывается на результатах качественной и количественной эколого-геохимической оценки состояния территории, выделении зон аномальных концентраций тяжелых металлов в почвах и растениях, а также мониторинговых исследований произошедших изменений, полученных при сотрудничестве с НИИ Геохимии биосферы ЮФУ.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ландшафт, тяжелые металлы, аномалии, устойчивое развитие, живые организмы.

Введение

Формирование среды обитания живых организмов происходило непрерывно на протяжении миллиардов лет. При этом, согласно трудам В.И. Вернадского, самое деятельное, а во многих случаях и решающее, воздействие на миграцию и концентрацию химических элементов, приведшее к современному облику биосферы, оказали сами организмы. Так, например, образование большинства осадочных горных пород было бы невозможным без участия организмов. А этими породами сложена большая часть южной территории Краснодарского края – Северо-Западного Кавказа. И именно в ландшафтах с осадочными терригенными и карбонатно-терригенными породами протекает практически вся деятельность жителей региона, включающая работу, учебу или отдых [1].

Но, как известно, в процессе жизни и развития организмы не только создают определенные внешние условия в среде обитания, но и сами становятся зависимыми от них. Так, при постепенном изменении эколого-геохимических особенностей среды обитания идет эволюционное развитие организмов. Если изменение условий среды обитания происходит катастрофически быстро (в сопоставлении с геохронологической шкалой), становятся возможными более частые мутационные изменения в организмах и вымирание их отдельных видов. К сожалению, в последние десятилетия под влиянием техногенеза это случается все чаще. Изучение техногенных факторов показало, что практически все они имеют природные аналоги и что опасно не просто их воздействие, а его интенсивность. Понятно, что техногенные факторы влияют и на безопасность жизнедеятельности самих людей. Человек испытывает как непосредственное негативное влияние различного рода загрязнений объектов биосферы (например, атмосферы), так и косвенное,

получая химические элементы и их соединения в токсичных концентрациях с водой, животной и растительной пищей, поступающих из загрязненных мест.

Регион исследований, объекты и методы

На территории юга Краснодарского края были проведены комплексные эколого-геохимические исследования динамики изменений лесных экосистем при широком развитии техногенных процессов. В результате лито- и биогеохимического опробования было выполнено свыше 4000 определений тяжелых металлов в литохимических пробах и более 11000 – в биогеохимических. Результаты анализов подвергались стандартной статистической обработке [5]. Расчеты фоновых и аномальных концентраций тяжелых металлов были произведены с вероятностью 95 %.

Для определения количества тяжелых металлов, накопившихся в гумусовом горизонте в аномальных, сверхфоновых концентрациях, и их приоритетного влияния на живые организмы, использовались показатели, предложенные академиком В.А. Алексеенко: абсолютного (ПАН) и относительного накопления (ПОН). ПАН и ПОН рассчитывались с использованием региональных фоновых содержаний металлов в гумусовом горизонте почвы. ПАН показывает масштабы загрязнения, массу химического элемента, накопившегося в результате определенных процессов на единице площади в концентрациях, превышающих его фоновое содержание. ПОН характеризует влияние загрязнения геохимической системы, прежде всего на живые организмы [2].

Обсуждение результатов

Исследованиями данной направленности автор занимается на протяжении двух десятилетий. Часть полученных закономерностей отражена еще в диссертации. Обсуждение результатов исследований происходило при участии автора во множестве международных и всероссийских конференций.

С учетом минералого-петрографических особенностей горные породы Северо-Западного Кавказа были объединены в пять различных типов: терригенные, карбонатно-терригенные, терригенно-вулканогенные, метаморфические и кислые магматические [1]. Для установления специфичности геохимической обстановки было выполнено сравнение содержаний тяжелых металлов в горных породах региона с соответствующими кларками (по К. Турекьяну и К. Ведеполу). Ведь кларковые содержания химических элементов – это те значения, к которым привыкли живые организмы на протяжении всего своего эволюционного развития. В результате фоновые концентрации большего числа изучаемых металлов в терригенных, в карбонатно-терригенных, в терригенно-вулканогенных и в кислых магматических породах оказались приближенными к соответствующим кларкам и неопасными для устойчивого развития живых организмов. Но была отмечена следующая геохимическая специфика [4]:

1) кислые магматические породы характеризуются повышенными (до 4-х раз) концентрациями Cr, Pb, Ni и пониженным (в 1,5 раза) - Sr;

2) терригенно-вулканогенные отложения имеют повышенные (до 4-х раз) содержания Pb, Ba и пониженные (до 3-х раз) - Ni, Cu, Zn, Mn;

3) терригенные породы отличаются повышенной (до 2-х раз) концентрацией Pb и пониженным (до 3-х раз) содержанием Ni.

На фоновом уровне строгого соответствия в возрастании или снижении концентраций исследуемых металлов в горных породах и почвах не установлено. Но для Pb, Zn, Ni, Mn, Sr при большом числе проб есть тенденция прямой зависимости, а для Ba, Cr – тенденция обратной зависимости. Связано это с тем, что в почве – сложной биокосной системе, в которой взаимодействуют множество факторов, практически всегда происходит «усреднение» концентраций химических элементов. На миграцию, концентрацию и перераспределение исследуемых металлов в почвах геохимических ландшафтов Северо-Западного Кавказа, несомненно, оказывают влияние, помимо горных пород, и другие внешние факторы миграции. Например, такой мощный фактор, как деятельность живых организмов. Именно деятельностью живых организмов можно объяснить снижение в почвах геохимических ландшафтов с кислыми магматическими породами фоновых концентраций Cu, Cr, Ni и увеличение концентраций Mn, Zn [4].

Разнообразие и сложность геологического строения Северо-Западного Кавказа обусловили наличие множества месторождений полезных ископаемых. Здесь расположены месторождения металлических, горючих и неметаллических полезных ископаемых. Но в настоящий момент разработка далеко не всех из них экономически выгодна. Большинство месторождений относится к металлическим полезным ископаемым, с аномально-высокими концентрациями ртути, меди, свинца, цинка, вольфрама, молибдена, стронция, сурьмы, кобальта, золота, как в рудах, так и в окружающих их ореолах.

В результате процессов выветривания горных пород, в почвах над районами и узлами месторождений ртути, полиметаллов, меди, золота образовались вторичные ореолы рассеяния с зонами повышенной концентрации элементов-индикаторов. А над районами месторождений нефти и газа - вторичные ореолы, которые правильнее назвать ореолами концентрации изучаемых металлов. Они сформировались наиболее подвижными элементами, находившимися в почвах, на различных геохимических барьерах [3]. Само образование барьеров (а частично и изменение подвижности типоморфных элементов) связано с эманациями от разрушающихся залежей нефти и газа. Вторичные литохимические ореолы образовали вторичные геохимические поля (рассеяния и концентрации), соответствующие первичным геохимическим полям рудных районов и узлов месторождений полезных ископаемых. Таким образом, в почвах Западного Кавказа выделилось VI вторичных литохимических полей рассматриваемых 8 металлов, сформированных над группами месторождений, объединенных в районы и узлы [4].

На Таманском полуострове над залежами нефти и газа расположено вторичное геохимическое поле с аномально-высокими содержаниями Cu и Zn [4]. Площадь его составляет около 400 км². В верхнем 10-сантиметровом слое

(гумусовый горизонт) почвы данной аномалии количество Cu, согласно рассчитанному ПАН, достигает 18,6 т/км², а Zn – 5,8 т/км². По ПОН можно сказать, что Cu (ПОН=11,2) в этом вторичном геохимическом поле оказывает значительно большее, чем Zn (ПОН=2,7), влияние на живые организмы.

Над нефтяными месторождениями Крымского и Абинского муниципальных районов расположено вторичное геохимическое поле с аномально-высокими концентрациями Mn, Cu, Zn, Cr [4]. Площадь его составляет приблизительно 650 км². В верхнем 10-сантиметровом слое почвы данной аномалии накопление Cu достигает 17,6 т/км², Zn - 6,0 т/км². Из данных металлов преимущественное влияние на живые организмы, находящиеся в пределах выделенной аномалии, оказывает Cu (ПОН=10,6).

Самое крупное вторичное геохимическое поле с аномально-высокими содержаниями всех 8-и исследуемых металлов расположено в южной, высокогорной части, граничащей с Большим Сочи [4]. Площадь его составляет приблизительно 4325 км². Простирается оно над первичным геохимическим полем концентрации и перераспределения химических элементов соответственно районам и узлам месторождений и рудопроявлений меди, полиметаллов, рудопроявлений ртути, месторождения золота. В верхнем 10-сантиметровом слое почвы данной аномалии накопление Cr достигает 33,2 т/км², Sr – 17,2 т/км², Zn – 15,6 т/км², Ni – 9,6 т/км², Cu – 6,0 т/км², Pb – 2,7 т/км². Из данных металлов преимущественное влияние на живые организмы, находящиеся в пределах выделенной аномалии, оказывает Ba (ПОН=32,6).

Выводы

Прослеживается определенное соответствие вторичных геохимических полей рассеяния (или перераспределения и концентрации) металлов первичным полям их концентрации и перераспределения, соответствующим районам и узлам месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых. Зоны аномальных концентраций тяжелых металлов в почвах (вторичные литохимические поля), выделенные на территории Северо-Западного Кавказа, имеют ряд особенностей.

1. Зоны повышенной концентрации разных металлов часто перекрываются, иногда они представляют собой единый участок (например, Ni и Cr; Mn и Ba; Sr и Ba).

2. Значения аномальных концентраций большинства металлов отличаются от фоновых на величину среднеквадратичного отклонения (это аномальные концентрации для 9 коррелирующихся проб). Но над отдельными месторождениями и рудопроявлениями концентрации металлов достигают очень высоких значений. Так, над месторождениями нефти самые высокие концентрации в почвах имеет Cu, над месторождениями и рудопроявлениями ртути - Mn, Ba, Sr, над месторождениями и рудопроявлениями полиметаллов и меди повышены содержания Ba, Mn, Cr, Sr, Zn.

3. На распределение элементов во вторичных полях существенное влияние оказывают также другие ландшафтно-геохимические факторы. Так, фоновое содержание элемента в почве одного геохимического ландшафта, входящего в поле рассеяния, может превышать его аномальное содержание в другом ландшафте, также расположенном в этом же поле рассеяния.

4. Чем большему количеству районов и узлов разнообразных месторождений металлических и горючих полезных ископаемых соответствует вторичное литохимическое поле, тем на данном участке шире ряд тяжелых металлов, угрожающих устойчивому и безопасному развитию живых организмов [4].

В результате техногенного воздействия изменяются направление и интенсивность природной миграции химических элементов, происходит перераспределение химических элементов и их соединений в различных частях ландшафта, и, в первую очередь, в почвах [3]. Коренное население приспособилось к имеющимся в регионе концентрациям тяжелых металлов. Но, при выборе мест расположения населенных пунктов, агроландшафтов и т.д., необходимо учитывать результаты качественной и количественной оценки эколого-геохимических особенностей ландшафтов региона.

Литература

- [1] *Алексеев В.А., Матасова И.Ю., Аникеенко Р.В., Бофанова А.Б., Головинский П.Л.* Карта геохимических ландшафтов Краснодарского края и Республики Адыгея. М. 1:500000. Пятигорск: Северо-Кавказское аэрогеодезическое предприятие, 2000.
- [2] *Алексеев В.А., Бофанова А.Б., Матасова И.Ю.* Количественная оценка накопления тяжелых металлов в почвах техногенных ландшафтов // В кн. «Геохимия биосферы». Новороссийск, 1999. С. 197-203.
- [3] *Алексеев В.А., Бофанова А.Б.* Количественная оценка накопления химических элементов в почвах техногенных ландшафтов Западного Кавказа // Известия ТРТУ. 2001. № 2 (20). С. 85-89.
- [4] *Санникова А.Б.* Экологические аспекты устойчивого развития живых организмов на юге Краснодарского края // В сб. «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте: труды XXIV Международной конференции». Новороссийск, 2016. С. 146-147.
- [5] *Санникова А.Б.* Экология: количественная оценка геохимических систем биосферы. Практикум: учебное пособие (гриф УМО). Краснодар, 2011. 125 с.

S u m m a r y. This article deals with the environmentally safety and sustainable development of the living organisms in a natural and technogenic pollution with the heavy metals landscapes at the South of Krasnodar region (North-Western Caucasus). This work is based on the results of qualitative and quantitative ecological and geochemical assessment of the territory status, the allocation of zones of the heavy metals anomalous concentrations in the soils and plants, as well as monitoring studies of the changes studied in the cooperation with Research Institute of Geochemistry of the biosphere SFU.

ГОРОДСКИЕ НЕУДОБЬЯ: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПОДХОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Г.Р. Сафина, В.А. Федорова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, safina27@mail.ru,
fva_14@mail.ru*

URBAN INCONVENIENCES: TERRITORIAL RESERVE, CLASSIFICATION, APPROACHES OF USE

G.R. Safina, V.A. Fedorova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan University, Kazan

Аннотация. Городские неудобья наряду с вертикальным развитием городов, уплотнением, реновацией, редевелопментом, созданием искусственных земельных участков и другими подходами имеют большой потенциал для территориального развития городов. Научная литература и нормативно-правовая база не дают четкого определения понятия «неудобья». Неудобьями в данной работе считаются территории, освоение которых связано с проведением инженерных мероприятий, требующих значительных капиталовложений. Такой подход выделения неудобий делает актуальным вопрос классификации. В статье рассматриваются возможности использования одного типа неудобий - овражно-балочной сети как территориального резерва города Казани. В настоящее время в данном городе реализуется утилизационный подход использования овражно-балочных систем.

Ключевые слова: город, территория, резерв, неудобья, классификация, овражно-балочная сеть.

Введение

В настоящее время динамично развивающиеся городские системы ощущают все большую потребность в новых ресурсах развития – территориях, инфраструктуре, источниках водоснабжения и т.д., но в пределах городской черты многие из них оказываются близкими к исчерпанию [12].

К внутренним городским резервам, которые могут быть использованы для решения территориальных проблем, можно отнести реализацию следующих мероприятий: уплотнение существующей застройки (точечная застройка); реновацию, редевелопмент, развитие вертикальной составляющей пространства городов, создание искусственных земельных участков, освоение городских неудобий [10, 11, 17].

Цель работы – рассмотреть городские неудобья как потенциальный территориальный резерв, дать их классификацию и проанализировать существующие подходы использования.

Объекты и методы

Земельное и градостроительное законодательство РФ не дает определения городские «неудобья». Лишь в комментариях к 77 статье ЗК (136-ФЗ) [3] говорится, что среди земель сельскохозяйственного назначения имеются так называемые неудобья: овраги, балки, болота, гари и прочие участки, которые по своему состоянию в данный момент не могут быть использованы в качестве продуктивных земель [16].

В научной литературе понятие «неудобья» применительно к городским территориям трактуется широко, имеет синонимы - «сложный рельеф»,

«неблагоприятные рельеф», которые хоть и близки по смыслу, но имеют существенные различия. Исследуя неудобья в городской среде ряд авторов относят к ним конкретные формы рельефа (независимо от генезиса и возраста) - прибрежные склоны, овражные и пойменные территории [1]; крутобережье, откос, овраг, оползневый склон [4]. Иногда исследователи не просто перечисляют формы рельефа, относимые к «неудобьям», но и приводят их конкретные морфометрические показатели, в зависимости от которых относят к сложному рельефу или неудобьям. Например, в зависимости от уклонов и степени расчлененности в пределах города выделяют три разновидности рельефа по степени сложности для городской планировки [13]:

1) рельеф малой сложности – слабохолмистый, со средними уклонами до 50‰ и глубиной вертикального расчленения 20-100 м, оказывающий в основном влияние на структурное членение функциональных зон города и выбор трасс отдельных улиц и дорог, связывающих расчлененные структурные элементы города;

2) рельеф средней сложности – сильнохолмистый, со средними уклонами более 50‰ и глубиной расчленения до 200 м, влияющий как на структурное членение функциональных зон города, так и на построение системы транспортных и пешеходных коммуникаций и системы общественных центров;

3) рельеф большой сложности – гористый, со средними уклонами более 50‰ и глубиной расчленения свыше 200 м, имеющий определяющее влияние на функциональное зонирование территорий города, выбор направления его территориального развития и структурную организацию селитебной территории.

Однако выделять неудобья лишь по морфометрическим показателям рельефа городов не является объективным, поскольку на рельефе с малыми уклонами возможно развитие опасных геологических процессов (карст, суффозия, просадочные явления, подтопление и пр.), которые нарушают экологическое равновесие территории и как следствие обуславливают возникновение аварийных ситуаций как на объектах "старой" застройки, так и на новых сооружениях. Поэтому вполне справедливо, что подобные территории также относят к неудобьям [7].

Градостроители характеризуют городские территории с точки зрения благоприятности для застройки и делят их на следующие группы:

- благоприятные территории – это территории, то или иное функциональное использование которых возможно без проведения значительных инженерных мероприятий и дополнительных капитальных затрат;

- ограниченно благоприятные - территории, требующие для доведения их до уровня, позволяющего использование, достаточно дорогих инженерных мероприятий;

- неблагоприятные - территории, освоение которых связано с проведением инженерных мероприятий, требующих значительных капиталовложений [5].

Указанный подход к выделению неудобий является, на наш взгляд, комплексным, поскольку, во-первых, включает все формы рельефа независимо от его генезиса и морфометрических показателей; во-вторых, учитывает различные гидролого-геологические процессы, протекающие на территории городов. Неблагоприятные для освоения городские территории мы, вслед за градостроителями, будем называть неудобьями.

Обсуждение результатов

Актуальным направлением исследования неудобий является вопрос их классификации, который, в определенной мере, позволит определить объем инженерных мероприятий и затрат при освоении неудобных территорий.

Неудобья в городах имеют природное и антропогенное происхождение. Природные неудобьям можно разделить на три типа:

А) Геоморфологические: «сложный рельеф» местности, характеризуется высокой степенью изрезанности, крутизной склонов и т. п.) [8]; особые геоморфологические условия (карстовые явления, суффозия, оползни, сели и т. д.); овражно-балочная сеть.

Б) Геологические: просадки грунтов; гидрогеологические условия (подтопление);

В) Гидрологические: затопляемость; заболоченность; размыв и переработка берегов [2].

В пределах городской территории наряду с природными неудобьями возникают неудобья в результате антропогенной деятельности. К антропогенным неудобьям относятся: карьеры, каменоломни; отвалы горных пород; свалки (промышленные и ТБО).

Основными инженерно-геологическими мероприятиями по регулированию городской среды с точки зрения неудобий являются [6]:

- вертикальная планировка поверхности земли;
- придание продольных уклонов улицам и дорогам для движения автомобильного транспорта и пешеходов;
- осушение заболоченных и избыточно увлажненных территорий;
- защита территорий от затопления во время паводков и половодий;
- защита от абразии;
- отвод дождевых и талых вод к местам сброса в водные объекты;
- противоэрозионные, противооползневые другие мероприятия;
- восстановление участков территории, нарушенных в результате человеческой деятельности (отвалы отходов, отработанные карьеры и др.).

В качестве примера неудобий, имеющих в городе Казани, можно рассмотреть одну из разновидностей геоморфологических неудобий - овражно-балочную сеть. В целом территория г. Казани характеризуется умеренной оврагопораженностью - усреднённый коэффициент овражного расчленения (K_{op}) составляет 0,44 км/км². Суммарная площадь овражно-балочных систем и оползне-опасных участков составляет примерно 2,5% от общей площади города [15]. Достаточно долгое время в городе реализовывался *деструктивный* подход использования оврагов – их засыпка. Однако в настоящее время ему на смену

пришел *утилизационный* подход использования оврагов, который заключается в создании рекреационных зон, природоохранных зон с особым статусом использования (ООПТ - «Урочище "Русско-немецкая Швейцария" (Скотские горы)») и др. - памятники природы регионального значения); прокладке по дну оврагов транспортных магистралей (улица Пушкина, Танковая магистраль (днище Горкинского оврага), Аметьевская магистраль (днище Аметьевского оврага) и др.

Застройка территорий с овражно-балочной сетью при их рациональном использовании обладает большими художественными достоинствами по сравнению с равнинной поверхностью. В настоящее время возросшие технические возможности, а также интенсивное освоение центральных частей города практически уравнили неудобные территории с обычными городскими по градостроительной значимости.

В настоящее время разработаны различные методы застройки территорий со сложным рельефом, которая осуществляется, как правило, по двум направлениям: 1) застройка ОБС в условиях его сохранности с небольшими изменениями (застройка «подстраивается» под рельеф); 2) радикальная перепланировка поверхности.

Мировой и российский опыт показывает, что для территорий со сложным рельефом в зависимости от способа компоновки относительно склона выделяются дома заглубленные, консоли, террасные и др. Каждый тип дома имеет характерные особенности, которые в наибольшей степени влияют на объемно-планировочное решение здания [14]. Одним из частых, но наиболее эффективных типов является размещение строений по многоуровневой схеме (террасный дом) (ул. Пушкина, ул. Заслонова в г. Казань) [9].

Второй подход реализуется после мероприятий по искусственному изменению существующего рельефа местности с целью создания благоприятных условий для строительства зданий и сооружений: изменение рельефа местности путем срезки и подсыпки грунта, выполаживания склонов и т.д. в соответствии с требованиями планировки и застройки городов.

Заключение

Проблемы территориальных резервов городов определяют освоение городских неудобий, а возросшие технологические возможности уравнили их с обычными городскими территориями по градостроительной значимости.

Литература

- [1] *Баймуратова С.Х.* Динамика освоения неудобных территорий в структуре крупного города (на примере города Уфы). Автореферат дисс. М. 2005. 26 с.
- [2] *Бутягин В. А.* Планировка и благоустройство городов: учеб. для ВУЗов. М., Стройиздат. 1974. 381 с.
- [3] Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021). [Электронный ресурс]: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ [Дата обращения: 13.02.2021].

- [4] *Коваленко К.К., Петухов В.В.* Анализ отечественного и зарубежного опыта исследования архитектурно-дизайнерской среды на сложном рельефе и его применение в городе Владивостоке // *Современные проблемы науки и образования.* 2015. № 2-2. С. 771.
- [5] *Найфельд Л.Р., Тарасов Н.А.* Освоение неудобных земель под городскую застройку. М., 1968.
- [6] *Основы территориально-пространственного развития городов: Учеб. пособие / Городков А. В., Федосова С. И.* Брянск. 2009. 326 с.
- [7] *Постоев Г.П., Лапочкин Б.К.* Оползневые процессы - актуальная экологическая проблема при освоении неудобий на территориях мегаполисов // *Экология промышленного производства.* 2007. С. 3-6.
- [8] *Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология)*// отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А. Трофимов. М.: Медиа-ПРЕСС. 2002. 640 с.
- [9] *Сафина Г.Р., Федорова В.А.* Развитие урболандшафтов на овражно-балочном рельефе как способ преодоления дефицита территорий в пределах города (на примере Казани) // *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле.* 2018. Т. 28. № 3. С. 308-313.
- [10] *Федорова В.А., Сафина Г.Р.* Уплотнение городской застройки: особенности, экологические проблемы и перспективы // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* 2018. № 6 (161). С. 67-71.
- [11] *Сафина Г.Р., Федорова В.А.* Искусственные земельные участки: актуальность создания и проблемы эксплуатации (на примере г. Казань) // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* 2020. № 4 (183). С. 31-36.
- [12] *Федорова В.А., Сафина Г.Р.* Мировой и российский опыт решения территориальных проблем городов // *Успехи современного естествознания.* 2017. № 11. С. 141-145.
- [13] *Шевелев В.П., Кузина Ю.А.* Проблемы планировки и застройки городов в условиях сложного рельефа // *Архитектурные исследования,* № 2 (14), 2018 С. 104-117.
- [14] *Шевелев А.И., Жаркова Н.И., Бубнов Ю.П., Алтынов А.И., Хузин И.А., Галеев Р.К.* Ведение мониторинга геологической среды города Казани // *Георесурсы.* 2014. № 3 (58). С. 3-8.
- [16] *Jurse.ru [Электронный ресурс]: URL: <https://jurse.ru/neudobja-v-zemelnom-kodekse.html> [Дата обращения: 13.02.2021].*
- [17] *Safina G.R., Yermolaev O.P., Gayfutdinova R.A.* Transformation of gullies and ravines systems under conditions of agricultural to residential land transition // *Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences.* 2015. Т. 6. № 6. С. 1445-1448.

S u m m a r y. Urban inconveniences, along with vertical urban development, compaction, renovation, redevelopment, creation of artificial land plots and other approaches, have great potential for the territorial development of cities. The scientific literature and legal framework do not provide a clear definition of “inconvenience”. The inconveniences in this work are the territories, the development of which is associated with the implementation of engineering activities that require significant investment. This approach of highlighting inconveniences makes the classification issue relevant. The article discusses the possibility of using one type of inconvenience - a ravine-girder network as a territorial reserve of the city of Kazan. At present, the city is implementing a utilization approach to the use of gully and girder systems.

ОВРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ В БАССЕЙНАХ РЕК СЕ-ЯХА И НАДУЙ-ЯХА НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ

А.Ю. Сидорчук

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, fluvial05@gmail.com

GULLY EROSION IN THE BASINS OF SE-YAKHA AND NADUY-YAKHA RIVERS ON THE YAMAL PENINSULA

A.Yu. Sidorchuk

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Предложен набор моделей расчета овражной эрозии, который позволяет выбрать оптимальный путь оценки безопасности территории для возможного использования. Приводится пример расчета для междуречья рек Се-Яха и Надуй-Яха. Показана эффективность экспресс-метода оценки овражного потенциала.

Ключевые слова: криолитозона, антропогенное освоение, линейная эрозия, методы расчета.

Введение

Территория Российской Арктики подвержена овражной эрозии и характеризуется густой овражно-балочной сетью. Наиболее активно эти процессы выражены на севере Западной Сибири, особенно на полуострове Ямал. Главной причиной этого является криогенное состояние территории. При снеготаянии и дождях осадки практически целиком преобразуются в поверхностный сток из-за малых потерь на испарение и инфильтрацию. Склоновые оползневые процессы приводят к нарушениям растительного покрова. Возникают условия для природной линейной термоэрозии и эрозии, формирования оврагов. В ходе антропогенного освоения криолитозоны, повреждения растительного покрова, строительства поселков и линейных объектов, увеличения вероятности скопления снега и появления источников теплой воды, появляются дополнительные области потенциальной овражной эрозии. В этих условиях необходимо знание овражного потенциала для рационального размещения сооружений и объектов инфраструктуры на территориях нового освоения во избежание их повреждения и разрушения оврагами

Регион исследований, объекты и методы

Бассейны рек Се-Яха и Надуй-Яха на полуострове Ямал характеризуются экстремальной горизонтальной расчлененностью рельефа. Обработка ЦМР ArcticDEM показала здесь густоту эрозионной сети 18-27 км/км² на типичных водосборах площадью 10-60 км². В основном это балки и привязанные к ним ложбины с хорошо развитым растительным покровом. Эрозия возникает здесь только после уменьшения защитных свойств растительного покрова в ходе как природных, так и антропогенных процессов. Количественно эти защитные свойства оцениваются через критическую скорость эрозии, при которой возможен размыв потоком воды слагающих склоны грунтов. Критическая скорость определяется механическими характеристиками грунтов и содержанием в них подземной биомассы [3]. Для получения пространственного

распределения характеристик линейной эрозии на конкретных водосборах при различных значениях критической скорости разработана серия моделей овражной эрозии разной степени сложности.

Модели овражной эрозии делятся на две основные группы - статические и динамические. Статические модели используются для определения потенциально возможного места заложения оврага и допускают существенное уменьшение количества исходных данных. Самым простым является экспресс-метод расчета овражного потенциала для максимального слоя стока малой продолжительности и заданной величины критической скорости потока [2]. Потребуется исходная цифровая модель рельефа, величина максимально возможного для данного водосбора слоя стока воды и критическая скорость начала размыва поверхностного слоя грунта с растительностью. Более сложная статическая модель [4] учитывает действие всего эрозионно-опасного стока, но дополнительно требует знания функции распределения (продолжительности) величин слоя стока на водосборе. В результате применения этих моделей получается на цифровой модели рельефа распределения оценки величины потенциала овражной эрозии.

Динамическая модель [1] позволяет провести расчет изменения морфологии конкретных оврагов во времени и в пространстве. Расчет интенсивности овражной эрозии происходит в «реальном» времени, на всей длине линии тока на овражном водосборе при заданной последовательности расчетных расходов воды с учетом изменений литологии прорезаемой толщи, включая верхний слой почво-грунтов с растительностью. Динамическая модель позволяет проследить все стадии развития оврага начиная с эрозионной борозды на склоне и кончая зрелой формой с выработанным продольным профилем. Однако для использования динамической модели требуется большое количество исходных данных. Это цифровая модель рельефа (или топографическая карта) для получения начальных профилей склонов, модель литологического сложения прорезаемой оврагами толщи, гидрографы стока воды для всего расчетного периода и эмпирические коэффициенты, входящие в модель. Из последних наиболее сложно получить коэффициенты эродированности прорезаемых овражной эрозией грунтов. Часто эти коэффициенты можно найти только путем калибровки модели, подбором. Для такой калибровки необходимы наблюдения за трансформацией продольных профилей оврагов на данной территории.

Обсуждение результатов

Предлагаемый набор моделей расчета овражного потенциала позволяет выбрать оптимальный путь оценки безопасности территории для возможного использования. В качестве такой территории выбрано междуречье рек Се-Яха и Надуй-Яха, через которое проходит проектируемая железная дорога Бованенково - Сабетта. Целесообразно начинать с простейшего экспресс-метода, который позволяет выделить территории с разной степенью риска появления оврагов (рис. 1).

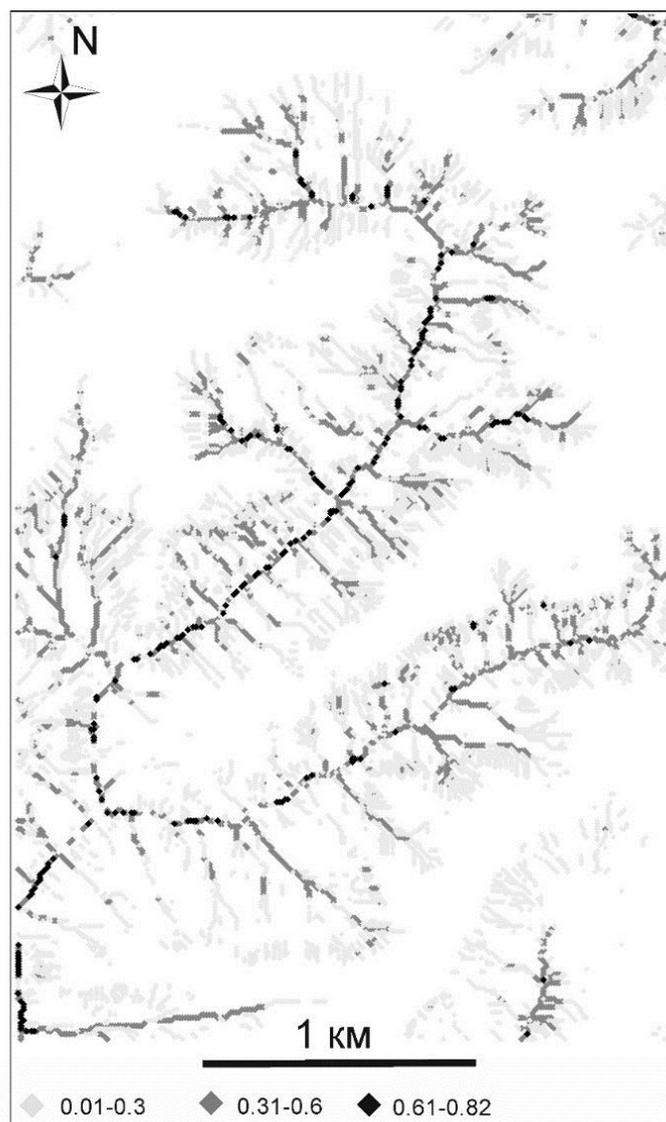


Рис. 1 Характеристика овражного потенциала P , рассчитанного по экспресс модели [2] для участка междуречья рек Се-Яха и Надуй-Яха на полуострове Ямал. Значения P в модели меняются от 0 (отсутствие риска овражной эрозии) до 1 (максимальный риск).

Потребуется исходная цифровая модель рельефа, величина максимально возможного для данного водосбора слоя стока воды и критическая скорость начала размыва поверхностного слоя грунта (обычно с растительностью).

Следующим шагом будет более точный расчет овражного потенциала с использованием всего эрозионно-опасного стока. Наконец, для составления проекта освоения территории необходимо применить динамическую модель, что потребует проведения специальных изысканий для калибровки модели.

Сравнение результатов расчета по самой простой экспресс-модели и самой сложной - динамической, показывает хорошее их соответствие друг другу. На рис. 2 показана связь глубины овражного вреза по динамической модели d и средних значений величин овражного потенциала P , рассчитанных по экспресс-модели.

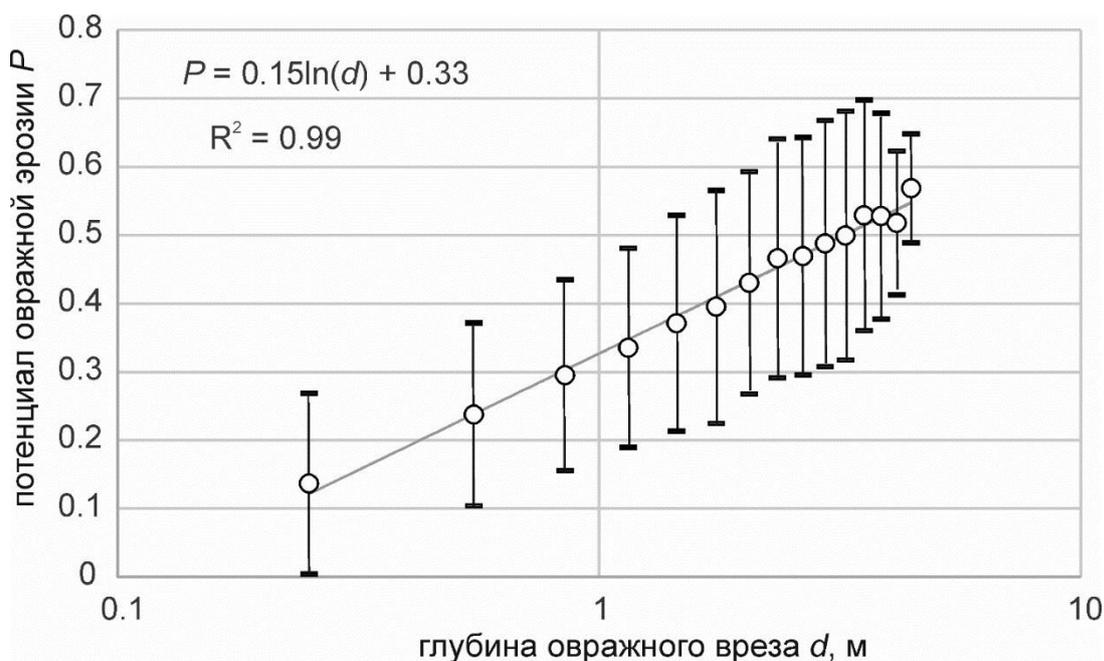


Рис. 2. Сравнение результатов расчета по самой простой эмпирической модели [2] и самой сложной – динамической модели овражной эрозии [1].

Изменчивость величин P для одной и той же величины овражного вреза описывается нормальным распределением. На рис. 2 показан разброс величин P в пределах \pm среднеквадратическое отклонение, оно довольно существенное: $C_v \approx 0.4$ для $d = 1-4$ м. Однако связь d со средними значениями овражного потенциала описывается логарифмической функцией и характеризуется высоким коэффициентом детерминации (рис. 2). Это указывает на применимость даже упрощенных эмпирических методов для оценки потенциала овражной эрозии на вновь осваиваемых территориях.

Благодарности

Работа выполнена по плану темы госзадания НИЛ эрозии почв и русловых процессов: «Гидрология, морфодинамика и геоэкология эрозионно-русловых систем».

Литература

- [1] Сидорчук А.Ю. Оценка овражного потенциала территории на примере центрального Ямала // География и природные ресурсы. 2020. № 2. С. 109-118.
- [2] Сидорчук А.Ю. Эмпирический метод оценки овражного потенциала // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 1. С. 54-61.
- [3] Sidorchuk A., Grigor'ev V. Soil erosion on the Yamal peninsula (Russian Arctic) due to gas field exploitation//Advances GeoEcology. 1998. Vol. 31. P. 805-811.
- [4] Sidorchuk A. The potential of gully erosion on the Yamal peninsula, West Siberia // Sustainability. 2020. Vol. 12, no. 1. P. 1-17.

S u m m a r y. A set of models for calculating gully erosion is proposed, which shows the optimal way to assess the safety of a territory for possible landuse. An example of calculation for the interfluvium of the Se-Yakha and Nadui-Yakha rivers is given. The efficiency of the empirical method for assessing the gully potential has been substantiated.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК КЕМЬ И НИЖНИЙ ВЫГ В ИЮЛЕ 2020 ГОДА

А.В. Толстиков¹, Н.Е. Галахина¹, Т.А. Белевич², Р.Э. Здорovenнов¹,
А.П. Георгиев¹

¹*Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН,
г. Петрозаводск, alexeytolstikov@mail.ru*

²*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

COMPREHENSIVE STUDIES OF THE MOUTH AREAS OF THE KEM' RIVER AND THE NIZHNIY VYG RIVER IN JULY 2020

A.V. Tolstikov¹, N.Ye. Galakhina¹, T.A. Belevich², R.E. Zdorovennov¹,
A.P. Georgiyev¹

¹*Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Комплексные исследования в устьевых областях р. Кемь и р. Нижний Выг производились в июле 2020 г. В задачи работы входило: провести синхронные измерения гидрологических характеристик (температура, соленость) и биогеохимических параметров (содержание хлорофилла «а», концентрация биогенных элементов).

Ключевые слова: Кемь, Нижний Выг, комплексные исследования.

Введение

Измерения гидрофизических параметров производились на всех станциях с помощью зондов CTD90M Sea & Sun Technology (Германия) и RBRCconcerto (Канада). Гидрохимические работы заключались в определении минерального состава (электропроводность, HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-}), величины рН, содержания органического вещества (ОВ) (цветность, ПО, Сорг, ХПК, гумусовые вещества), микроэлементов (Fe, Mn), биогенных элементов (БЭ) (Si, P_{мин}, P_{общ}, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_{общ}), взвешенного вещества и загрязняющих веществ (нефтепродукты и тяжелые металлы). Все химические анализы выполнялись в лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН по методикам, представленным в [1]. Гидробиологические исследования включали отбор проб 5-литровым батометром Нискина с нескольких горизонтов (поверхностный, придонный, в районе пикноклина) на видовой состав, численность и биомассу фитопланктона (ФП), содержание хлорофилла «а» (ХЛ) в фазу прилива и в фазу отлива.

Работы в эстуарии р. Кемь продолжают исследования ИВПС КарНЦ РАН предыдущих лет по темам госзадания. Результаты 2020 г. по распределению различных параметров хорошо согласуются с данными, полученными ранее [2]. В частности, это относится к наиболее выраженной фронтальной зоне в районе станций К-3–К-4, на склоне перепада глубин от 1 до 7 м и распределению температуры, солености, хлорофилла «а», показателю мутности в различные фазы приливно-отливного цикла.

Обсуждение результатов

На рисунке 1 показано распределение температуры, солености, мутности и хлорофилла «а» в фазу прилива и фазу отлива эстуария р. Кемь.

Минеральный состав воды рек Нижний Выг и Кемь различается слабо, минерализация составляла 26,5 и 17,0 мг/л, соответственно (табл.). В ионном составе обеих рек преобладали гидрокарбонат-ионы, ионы натрия и магния, в р. Нижний Выг – дополнительно анионы органических кислот, следовательно, с водосборной территории сюда поступает аллохтонное органическое вещество.

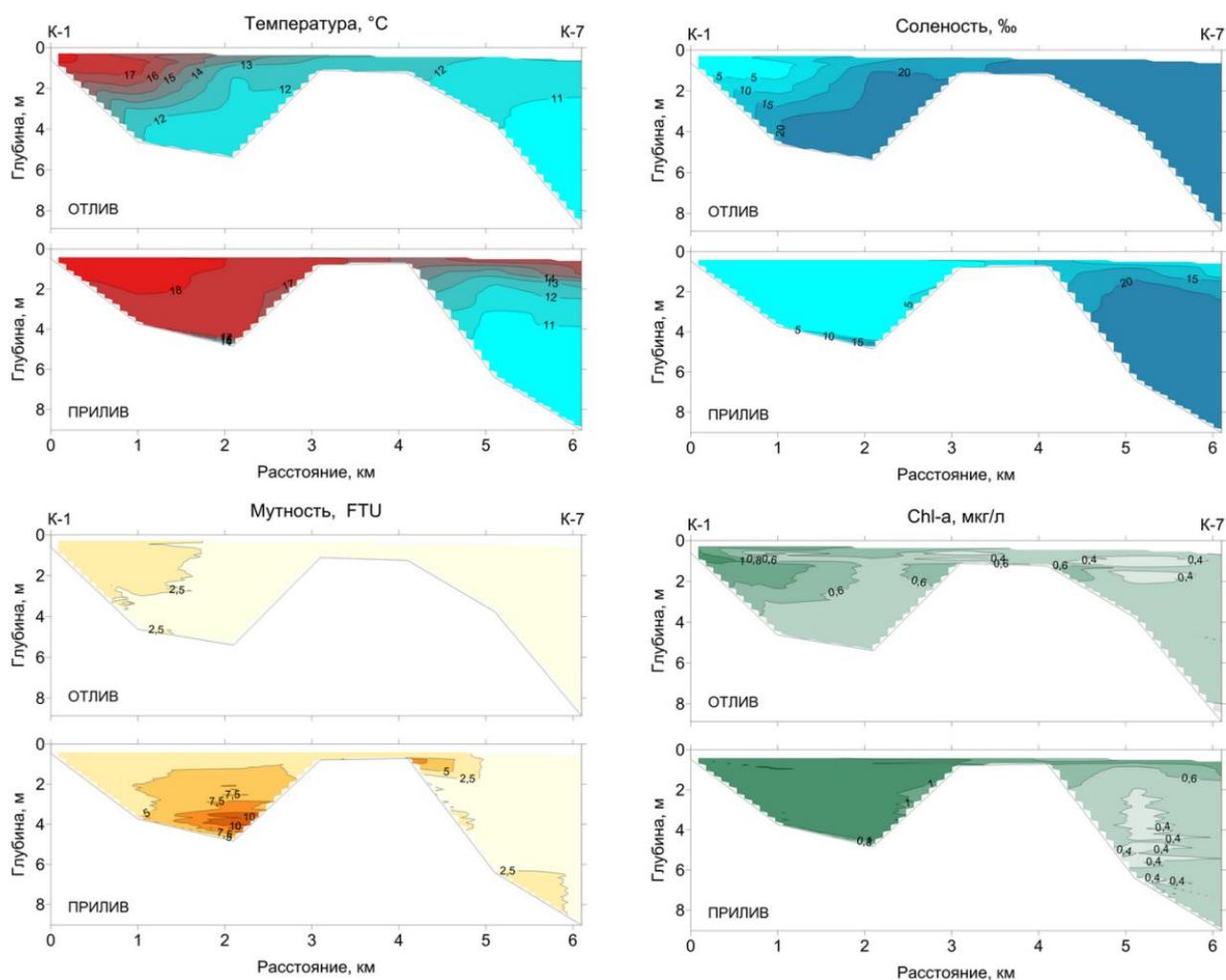


Рис. 1. Распределение температуры, в °С; солёности, в ‰; мутности, в FTU; хлорофилла «а», в мкг/л, в фазу прилива и отлива в эстуарии р. Кемь.

Таблица. Ионный состав воды устьевых областей рек в июле 2020 г.

Река	$\Sigma_{\text{ион}}$, мг/л	$\Sigma_{\text{кат}}$, ммоль-экв/л	%-экв.	Классификация по Алекину
Ниж. Выг	26,5	0,49	$\frac{\text{Mg}34\text{Na}33\text{Ca}29\text{K}4}{\text{HCO}_342\text{A}_{\text{орг}}34\text{Cl}13\text{SO}_411}$	HCO_3 , $\text{A}_{\text{орг}}$, Mg, Na
Кемь	17,0	0,23	$\frac{\text{Mg}30\text{Na}30\text{Ca}26\text{K}13}{\text{HCO}_357\text{SO}_426\text{Cl}13\text{A}_{\text{орг}}4}$	HCO_3 , Mg, Na, Ca

В распределении форм азота преобладала органическая, концентрации минеральных форм достаточно низкие, что является характерным признаком поверхностных вод гумидной зоны [3]. Концентрация кремния

не превышала 2 мг/л. Вода исследованных устьевых областей рек отличалась по содержанию фосфора. В соответствии с величиной $P_{\text{общ}}$ р. Кемь можно отнести к мезотрофной, р. Нижний Выг – эвтрофной [4].

Распределение биогенных элементов в устьевых областях рек Нижний Выг и Кемь в различные фазы приливо-отливного цикла имело сходные закономерности (рис. 2). От пресноводной станции к морской наблюдалось уменьшение содержания Si и $P_{\text{общ}}$ в устьях обеих рек, что является закономерным, поскольку речной сток отличается повышенными концентрациями этих компонентов, а концентрации $N_{\text{общ}}$ возрастали за счет преобладания $N_{\text{орг}}$.

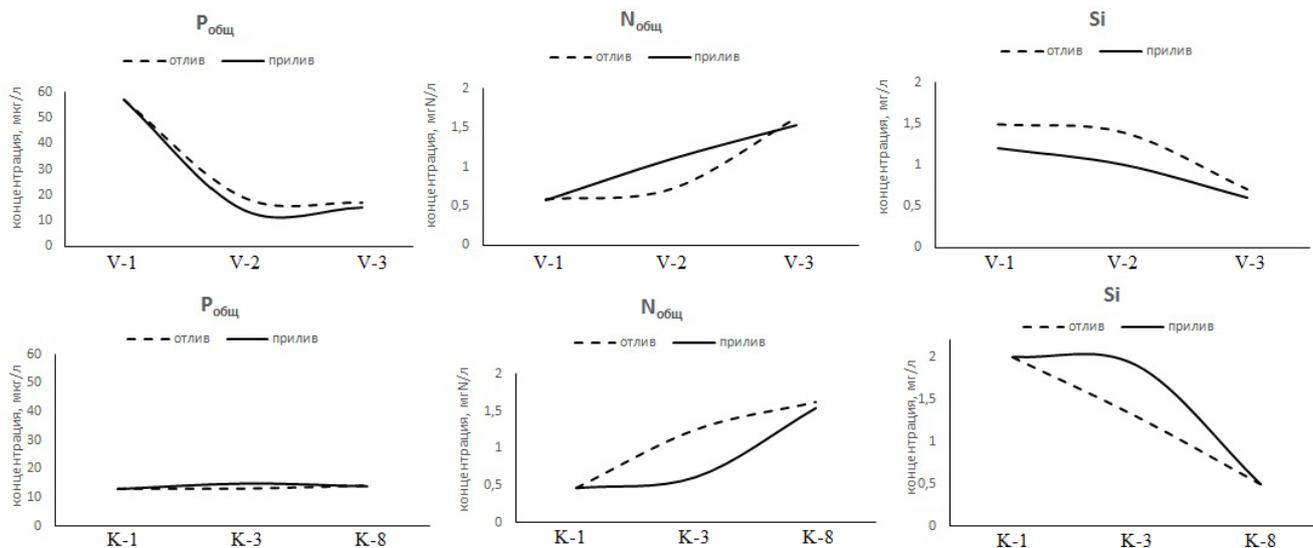


Рис. 2. Распределение БЭ в устьевых областях рек. Нумерация станций от устья в сторону моря для Нижнего Выга (V-1–V-3) и Кеми (K-1–K-8).

Вода устьев рек имела околонейтральную реакцию среды. Существенные отличия наблюдались в содержании органического и взвешенного вещества. Так, концентрация $C_{\text{орг}}$ в р. Кемь составила 7,5 мг/л, а в р. Нижний Выг – 13,6 мг/л.

Для обеих рек была рассчитана величина гумусности (Hum) по [5]:

$$Hum = \sqrt{ЦВ \cdot ПО},$$

Где ЦВ – цветность, ПО – перманганатная окисляемость. Рассчитанное значение гумусности воды в р. Нижний Выг составляет 44 ед., что соответствует мезополигумусному классу вод [4], для р. Кемь величина Hum – 22 ед., класс мезогумусный. Относительное содержание гумусовых веществ (ГВ), как основного компонента аллохтонного ОВ, варьирует в пределах 84-87%, следовательно, ОВ в основном природное, с водосборной территории. Кроме представленных результатов, выявлено превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов [6] по железу и марганцу, наибольшая концентрация $Fe_{\text{общ}}$ наблюдается в р. Нижний Выг, она составляет 1,48 мг/л. Среди загрязняющих веществ в р. Нижний Выг обнаружено четырехкратное превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов по нефтепродуктам и

более чем двукратное по меди [6]. Повышенное содержание $Fe_{\text{общ}}$, Mn и Cu является региональной геохимической особенностью вод региона, а не показателем загрязнения.

В устьевой области реки Нижний Выг максимальная концентрация ХЛ была выявлена в поверхностном слое самой пресноводной станции разреза (V-1) и составила $1,74 \text{ мг/м}^3$. Средние значения ХЛ в поверхностном горизонте устья в фазы прилива и отлива составили в среднем $1,25 \pm 0,20 \text{ мг/м}^3$ и $1,44 \pm 0,49 \text{ мг/м}^3$, соответственно, и статистически достоверно не различались. Концентрация ХЛ падает как по мере продвижения в сторону моря, так и с глубиной.

В эстуарии реки Кемь значения ХЛ были выше. Аналогично с устьевой областью р. Нижний Выг максимальная концентрация ХЛ была выявлена в поверхностном слое самой опресненной станции (К-1) и составила $2,63 \text{ мг/м}^3$. Концентрации ХЛ в фазы прилива и отлива составили в среднем $1,28 \pm 1,08 \text{ мг/м}^3$ и $1,61 \pm 1,07 \text{ мг/м}^3$.

Летний фитопланктон исследуемых районов был представлен диатомовыми, динофитовыми, криптофитовыми, диктиоховыми, зелеными, сине-зелеными, хризофитовыми и евгленовыми водорослями. Также в пробах обнаружена *Ebria tripartita* – водоросль неясного таксономического положения. Зеленые водоросли (20 таксонов) и цианопрокариоты (12 таксонов) были представлены в основном пресноводными формами, которые встречались в устьевых областях обеих рек.

Наибольшим видовым богатством характеризовались динофитовые, диатомовые и зеленые водоросли. На большей части исследованных станций в сообществах преобладали диатомовые. Их вклад в суммарную биомассу ФП в устьевых областях р. Нижний Выг и р. Кемь составил в среднем 47% и 38%, соответственно. Максимальная биомасса ФП выявлена на станции V-1, расположенной в распресненной зоне, где цветение пресноводной центрической диатомеи рода *Aulacoseira* определило ее доминирующую роль. На станции V-3, в мористой части устьевой области, состав доминирующих видов сменялся, в ФП лидирующую роль начинали играть морские виды, такие как *Chaetoceros radicans* и *Heterocapsa rotundata*.

Результаты и выводы

Таким образом, в ходе экспедиции получены следующие результаты. Вода устьевых областей рек Нижний Выг и Кемь близка по ионному составу, но она существенно отличается по содержанию органического вещества, взвешенного вещества, $Fe_{\text{общ}}$ и нефтепродуктов, концентрации которых выше в р. Нижний Выг. Это может быть связано, во-первых, с большей транспортной нагрузкой на этот водоток (как части Беломорско-Балтийского канала), а, во-вторых, с особенностями состава вод, поступающих с ее водосборной территории.

В эстуарии реки Кемь значения хлорофилла «a» были наибольшими из всех исследованных районов. Аналогично с устьевой областью р. Нижний Выг

максимальная концентрация хлорофилла «а» была выявлена в поверхностном слое самой распресненной станции (К-1) и составила 2,63 мг/м³.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы госзадания.

Литература

- [1] Аналитические, кинетические и расчетные методы в гидрохимической практике / Под ред. П.А. Лозовика, Н.А. Ефременко. СПб.: Нестор-История, 2017. 272 с.
- [2] Толстиков А.В., Галахина Н.Е., Здоровеннов Р.Э. Гидрофизические и гидрохимические исследования в эстуарии реки Кемь в сентябре 2019 г // Труды КарНЦ РАН. Серия "Лимнология и океанология". № 4. 2020. С. 21-31. DOI: 10.17076/lim1190.
- [3] Лозовик П.А. Органическое вещество и биогенные элементы в объектах гидросферы. Источники поступления, внутриводоемные процессы образования и трансформации // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах: Труды VI Всероссийского симпозиума с международным участием. Барнаул, 2017. С. 141-147.
- [4] Лозовик П.А. Геохимическая классификация поверхностных вод гумидной зоны на основе их кислотно-основного равновесия // Водные ресурсы, 2013. Т. 40, № 6. С. 583-592.
- [5] Лозовик П.А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора хим.наук. М., 2006. 56 с.
- [6] Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Утв. Приказом Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552)

S u m m a r y. Comprehensive research in the mouth areas of the Kem' river and the Nizhniy Vyg river was carried out in July 2020. The tasks of the work included: to carry out synchronous measurements of hydrological characteristics (temperature, salinity) and biogeochemical parameters (chlorophyll "a" content, concentrations of nutrients).

ОЛЕДЕНЕНИЕ ПЕЩЕР АМУРО-САХАЛИНСКОЙ СТРАНЫ

Е.В. Трофимова¹, А.А. Трофимов²

Институт географии РАН, г. Москва, ev_trofimova@mail.ru

²Русское Географическое общество

CAVE GLACIATION OF THE AMURO-SAKHALIN REGION

E.V. Trofimova¹, A.A. Trofimov²

¹Institute of Geography RAS, Moscow

²Russian Geographical Society

Аннотация. Статья представляет результаты исследований 21 карстовой пещеры с подземным оледенением, расположенных в границах Амуро-Сахалинской страны. Проведена морфологическая типизация подземных полостей по условиям возникновения пещерного холода и накоплению снега и льда: здесь выделяются 14 мешкообразных пещер, 4 колодца и 3 подземных полости с несколькими входами, расположенными на разновысотных уровнях. Общий объем многолетней криоморфоскульптуры в пещерах региона оценивается в 970 м³. Составлена карта-схема расположения пещер со льдом в пределах исследуемой территории.

Ключевые слова: пещеры, криоморфоскульптура, Амуро-Сахалинская страна.

Введение

Карстовые явления получили широкое распространение в пределах Амуро-Сахалинской страны, что предопределяется, с одной стороны, значительным развитием карстующихся пород (в первую очередь – известняков, датируемых начиная от палеозоя), а с другой – тектонической неоднородностью региона, способствующей интенсивной циркуляции подземных вод внутри карстовых массивов [2-4]. Поверхностный карст представлен классическими формами в виде карров, воронок, поноров и т.д. В тоже время его подземные формы характеризуются многочисленными пещерами, различными по генезису, морфологии и размерам, большинство из которых было открыто и впервые описано в 50^x-70^x годах XX века [1, 5, 7].

К настоящему времени исследователями изучены геологические и эстетические свойства подземных полостей, археологические памятники в них, палеонтологический материал, фауна, химический состав подземных водоемов [1, 5, 7, и др.], но вопросы оледенения пещер не нашли детального освещения в работах коллег.

Объекты и методы

В основу исследований положены материалы по 21 карстовой пещере (рис. 1), в которых выявлена многолетняя криогенная морфоскульптура. Здесь же наблюдается и сезонное оледенение.

Типизация рассматриваемых подземных полостей по условиям возникновения пещерного холода, накоплению снега и льда проводилась по методикам, предложенным М. Luetscher, P. -Y. Jeannin [9] и E.V. Trofimova [10]. К первой группе отошли наклонные холодные подземные полости мешкообразной формы, статические по М. Luetscher, P.-Y. Jeannin [9]. Вторую группу образуют карстовые колодцы, называемые М. Luetscher, P.-Y. Jeannin [9] статодинамическими. А термовентилируемые, сквозные холодные по E.V.

Trofimova [9] или динамические по М. Luetscher, Р.-У. Jeannin [9], подземные полости с меняющимся в теплый и холодные периоды года направлением тяги воздуха, т.е. с несколькими входами, расположенными на разновысотных отметках, выделились в третью группу.

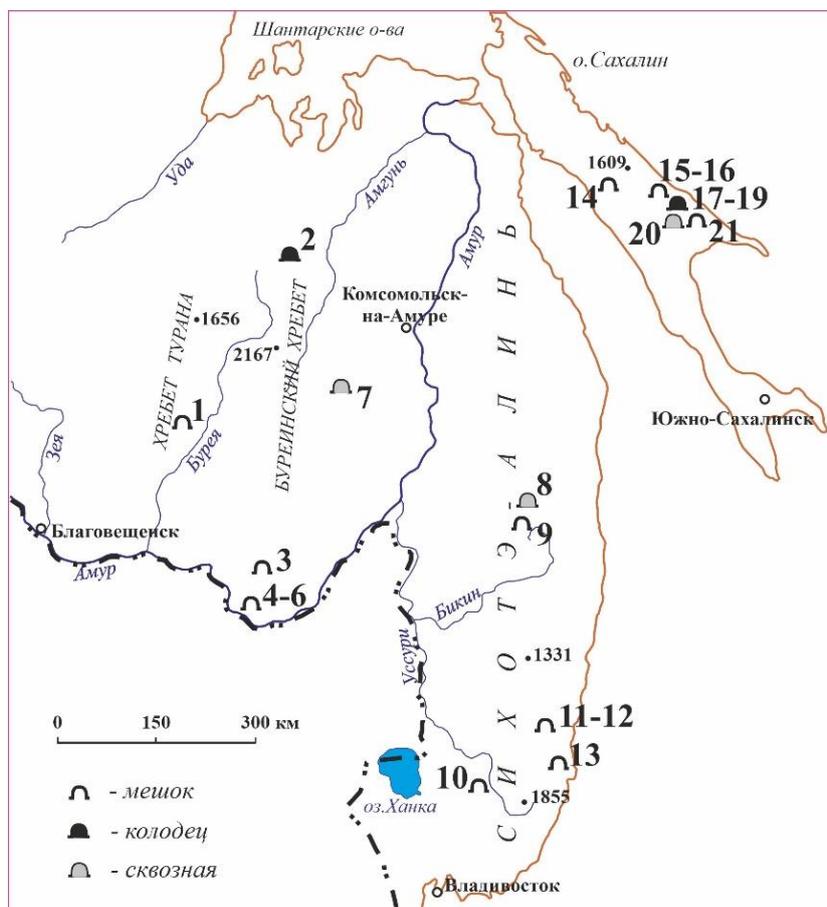


Рис. 1. Пещеры с многолетней криоморфоскульптурой Амуро-Сахалинской страны:

1 – Верхнемельгинская, 2 – Колбоконский колодец, 3 – Ледяная, 4 – Старый Медведь, 5 – Пасечная, 6 – Ледяная катушка, 7 – Стерегущее Копьё, 8 – Снегурочка, 9 – Мраморизированная, 10 – Приисковая, 11 – Николаевская, 12 – Холодильник (Полярная), 13 – Комсомольская, 14 – б/н, 15 – Немчинова, 16 – Витницкая, 17 – Ледяной колодец, 18 – Купальная, 19 – Приятная, 20 – Ласточкина, 21 – Вайдинская.

Обсуждение результатов

Как видно из рис. 1, расположение пещер с многолетней криоморфоскульптурой в границах Амуро-Сахалинской страны отличается значительной неравномерностью: по одной такой подземной полости расположено на хребтах Турана – пещера Верхнемельгинская (1, здесь и далее номер в скобках соответствует номеру пещеры по рис.1), Сутарском – Ледяная (3), Баджалском – Стерегущее Копьё (7), а также в долине р. Нилан, левого притока р. Амгунь – Колбоконский колодец (2). Шесть таких пещер находятся в пределах хребта Сихотэ-Алинь: две в его центральной части – Снегурочка (8) и Мраморизированная (9), и четыре – в его южной части – Приисковая (10), Николаевская (11), Холодильник (12) и Комсомольская (13). Восемь подземных

полостей расположены на острове Сахалин: одна – б/н, обнаружена в долине р. Кабаргин, и семь – в Восточно-Сахалинских горах: Немчинова (15), Витницкая (16), Ледяной колодец (17), Купальная (18), Приятная (19), Ласточкина (20) и Вайдинская (21). Подземные полости разместились на абсолютных отметках в диапазоне абсолютных отметок 220 -760 м.

Наличие в пещерах региона криогенной морфоскульптуры находит отражение в их названиях: Ледяная (3), Ледяная катушка (6), Снегурочка (8), Холодильник (Полярная) (12), Ледяной колодец (17). А название самой известной пещеры рассматриваемой территории – Стерегущее Копьё (7), произошло от ледяного сталактита в виде копья, охраняющего пещеру, который увидели первые исследователи подземной полости.

По морфологическим особенностям среди 21 исследуемой пещеры 14 представляют собой подземную полость мешкообразного типа, 4 – колодец и 3 относятся к термовентилируемому типу, как имеющие несколько разновысотных входов. Общий объем многолетнего льда в пещерах Амуро-Сахалинской страны составляет 970 м³.

Наиболее распространенной формой криогенной морфоскульптуры являются наледи-покровы мощностью 0.2-0.4 м, но особенностью пещер региона является наличие в них ледников с наибольшей площадью (415 м²) и объемом льда (до 250 м³) в пещере Стерегущее Копьё [2] (7) и их максимальной мощностью, около 9 м, в пещере Холодильник (12). Суммарной объем многолетнего льда в ледниках составляет около 780 м³ (табл. 1).

Таблица 1. Ледники в пещерах Амуро-Сахалинской страны

№ п/п	№ пещеры	Название пещеры	Объем льда, м ³
1	1	Верхнемельгинская	75
2	4	Старый Медведь	44
3	7	Стерегущее Копьё	250 [2, с.115]
4	10	Приисковая	140
5	12	Холодильник	180
6	16	Витницкая	90
Общий объем льда в пещерных ледниках			779

Среди ледяных спелеотем (ледяных сталактитов, сталагмитов, колонн) преобладают ледяные сталагмиты, преимущественно «барабанные палочки», высота которых может достигать 1.3-1.5 м при диаметре у основания 0.2-0.3 м: в пещерах Ледяная (3), Приисковая (10) и др.

Ледяные кристаллы, обычно в виде шестигранных пластинок диаметром 3-5 см в поперечнике – пещеры Пасечная (5), Снегурочка (8) и др., также являются характерной чертой оледенения подземных полостей. Уникальны ледяные кристаллы в пещере Стерегущее Копьё (7), где вдоль ребра шестигранных пластин, под углом 5°-10° к их плоскости, образуются меньшие по размерам пластинки. В холодное время года около входов в пещеры –

Верхнемельгинская (1), Старый Медведь (4) и др., наблюдаются сезонные и многолетние снежники. Их образование обусловлено попаданием в подземные полости снега вследствие метелевого переноса.

Выводы

1. Составлена карта-схема распространения пещер с криогенной морфоскульптурой в границах Амура-Сахалинской страны;
2. Выявлено, что из 21 исследуемой пещеры со льдом 14 подземных полостей имеют в морфологическом отношении мешкообразную форму, 4 представляют собой колодец и 3 – характеризуются наличием нескольких разновысотных входов;
3. Объем льда в пещерах Амура-Сахалинской страны составляет 970 м³.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках Госзадания ФГБУН Институт географии РАН 0148-2019-0005.

Литература

- [1] *Берснев Ю.И.* Карст Приморского края //Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований. М.: МГУ, 1975. С. 143-156.
- [2] *Берснев Ю.И.* Карст Дальнего Востока. М.: Наука, 1985. 172 с.
- [3] *Демин Л.В.* Карст Дальнего Востока // Изв. ВГО. 1979. Т. 3. С. 239-243.
- [4] *Кравченко И.Ф., Платонова С.А.* Специфика карстовой денудации на юге Дальнего Востока (на примере Приморского края) //Эколого-географические проблемы регионов России. Самара: СГСПУ, 2019. С. 66-70.
- [5] *Лешок Е.Г.* Тайны пещер Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальневост. кн. из-во, 1978. 142 с.
- [6] *Окладников А.П., Дервянко А.П.* Далекое прошлое Приморья и Приамурья. Владивосток: Дальневост. кн. из-во, 1973. 440 с.
- [7] *Степанов А.А., Юдин А.И., Кузьменко М.П.* Пещеры Приамурья и Приохотья //Вопросы эволюции ландшафтов юга Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1973. Вып. 12. С. 347-377.
- [8] *Татарников В.А.* Пещера «Чертовы Ворота» - археологический памятник Дальнегорского района // Записки краеведческого клуба «Тетюхе». 2019. Вып. 9/1. С. 38-55.
- [9] *Luetscher M., Jeannin P-Y.* A process based classification pf alpine ice caves. // Theoretical and Applied Karstology. 2004. V. 17. Is. 5. P. 5-10.
- [10] *Trofimova E.V.* Ice caves of the Siberia: genesis and morphological features. // Environmental Earth Sciences. 2019. Vol. 78. Is. 5. P. 2134-2149.

S u m m a r y. The article represents the results of the 21 ice caves research in the boundaries of the Amuro-Sakhalin region. By the conditions of cold rise and snow and ice accumulation these caves can be subdivided into three main groups morphologically: 14 the sack-shaped cavities, 4 pits and 3 caverns with some entrances situated on the different altitudes. A total volume of the perennial cave glaciation averages 970 m³. The map of the ice caves distribution in the frame work of the region considered is represented.

ИЗУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САПРОПЕЛЕЙ КАЛИНИНГРАДСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В.А. Чечко

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, che-chko@mail.ru

STUDY AND PROSPECTS OF USING SAPROPELS OF THE KALININGRAD BAY OF THE BALTIC SEA

V.A. Chechko

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Представлены результаты изучения стратиграфически ненарушенных литологических колонок, отобранных в Калининградском заливе Балтийского моря. В колонках, характеризующих строение осадочной толщи, выявлены два характерных горизонта. Верхний представлен сильно обводненными, темно-серыми современными песчано-алевритовыми отложениями. Нижний горизонт сложен гомогенными, зелено-серыми, обогащенными органикой илами. По соотношению минеральной и органической компонент, эти отложения идентифицированы как высокоминеральные сапропелевые образования с зольностью, достигающей 70-80%.

Ключевые слова: донные отложения, литологические колонки, сапропели, осадочная толща.

Введение

Сапропели – это органо-минеральные отложения с содержанием органического вещества более 15%, образующиеся на дне пресноводных водоемов в анаэробных условиях из продуктов разложения водных растений и организмов. Сапропелевое сырье представляет значительный интерес для использования в различных отраслях экономики – сельском хозяйстве, медицине, промышленности, косметологии [1, 3, 7]. Калининградская область расположена в природно-климатических условиях, благоприятных для образования сапропелей. Однако в настоящее время сапропели в области изучены слабо и используются в очень ограниченных количествах. Вместе с тем, анклавное положение области, ее территориальный отрыв от других регионов выдвигает вопросы исследований, разведки и добычи местных минеральных ресурсов в разряд крайне актуальных и важных. Особенно, учитывая, что вовлечение сапропелей в народное хозяйство приводит к быстрой отдаче и положительному экономическому эффекту, а добыча и переработка этого природного сырья считается продуктивным направлением в недропользовании [4]. В связи с этим была поставлена цель данного исследования: выявить очаги локализации сапропелевых образований в осадочной толще Калининградского залива, оценить их мощность и особенности физических свойств.

Объекты и методы

Вислинская лагуна (частью которой является Калининградский залив) – вторая по величине мелководная лагуна Балтийского моря с максимальной глубиной 5.2 и средней глубиной 2.7 м [2, 8]. Она расположена в юго-восточной части Балтийского моря и отделяется от него узкой песчаной косой (рис. 1). Водообмен с морем осуществляется через судоходный Балтийский пролив. Лагуна считается трансграничным водоемом. Ее юго-западная часть (43.8%

площади) находится под юрисдикцией Польши, а северо-восточная часть (56.2% площади, Калининградский залив) - под юрисдикцией России.

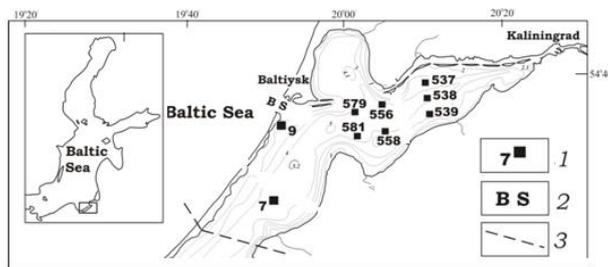


Рис. 1. Схема района исследований.

1-расположение станций по отбору литологических колонок; 2-Балтийский пролив; 3-Государственная Российско-Польская граница.

Это сложный, специфический природный водный объект, находящийся в геохимической барьерной зоне «река-море», испытывающий на себе с одной стороны, влияние речного стока, а с другой – соленых морских вод. С момента своего возникновения в ранний атлантический период до начала XX определяющее внимание на процессы осадконакопления в лагуне оказывал речной сток. Значительная часть приносимого рекой седиментационного материала осаждалась непосредственно в приустьевом районе, за счет чего устье реки Висла активно выдвигалось в лагуну. На рубеже 20-го века регулирование Вислы стало неизбежным, и было создано искусственное русло реки, через которое 90% речного стока стало поступать непосредственно в море. В связи с этим значительно усилилось влияние Балтийского моря, в формировании верхнего слоя осадков на первое место выходят процессы повторного взмучивания донных отложений под влиянием ветро-волнового воздействия.

Полевые исследования проводились в российской части Вислинской лагуны летом 2020 г. Литологические колонки были отобраны на 9 станциях (рис. 1), расположенных в наиболее глубоких частях лагуны. Для отбора использовали штанговую геологическую трубку диаметром 72 мм с мягким полиэтиленовым вкладышем, специально созданную для работы в неглубоких водоемах [6]. После подъема трубы на борт судна колонка выталкивалась в пластиковый лоток, выполнялось ее морфологическое описание, после чего колонку разделяли на отдельные слои с интервалом 5 см для последующего анализа. Из каждого отрезка отбирались пробы для определения природной влажности, остальной материал упаковывался в пластиковые пакеты, которые индексировались, и отправлялась в лабораторию для камеральных исследований.

Гранулометрический анализ донных отложений выполнялся ситовым (фракции > 0.04 мм) и водно-механическим (фракции < 0.04 мм) методами. На основании результатов гранулометрического анализа и в соответствии с классификацией Вентворта [9] была выполнена типизация донных отложений.

Содержание общего количества органического вещества в донных осадках определяли весовым методом – прокаливанием пробы донных осадков при температуре 550 °С. Потерю массы при прокаливании условно принимали за массовую долю органического вещества. Естественную влажность осадков

определяли весовым путем, как отношение массы воды, удаленной из пробы высушиванием до постоянной массы, к массе абсолютно сухого вещества этой пробы, выраженное в процентах. Определение минерала вивианита выполнялось стандартными методами, принятыми в литологии.

Обсуждение результатов

На основании изучения полученных колонок в осадочной толще выделены два литостратиграфических подразделения - нижняя и верхняя литологические пачки. Такое расчленение означает, что формирование осадочной толщи залива происходило в два этапа, каждый из которых соответствовал различным обстановкам осадконакопления.

Судя по особенностям гранулометрического состава и распределения органического вещества в нижней пачке, главным источником осадочного материала во время ее формирования служил речной сток. В стадию доминирования речного влияния в котловине лагуны осаждался и накапливался тонкий осадочный материал, из которого в нижней пачке образовались пластичные, однородные, оливковых оттенков, отложения. В их составе устойчиво преобладают илистые частицы (в среднем для всех колонок 73 %) с высокой долей (в среднем около 15%) глинистого материала.

Вмешательство человека в гидрологический режим вызвало резкое изменение седиментационной обстановки и существенное сокращение прихода, отложения и аккумуляции в котловине лагуны тонкодисперсного осадочного материала. Это нашло отражение в составе осадков верхней пачки, сложившейся, по-нашему мнению, после зарегулирования речного стока, т.е., после 1916 года, что дает основания характеризовать осадки, распространенные в верхней пачке как «современные», т.е., молодые в историческом отношении. Они представляют собой неконсолидированные, слегка заиленные, покрытые сверху тонкой окисленной пленкой мелкие пески темно-серых оттенков с примесью алвритового материала. При этом содержание илистых частиц заметно снизилось - с 73% до 12%.

К важным признакам, позволяющим судить о переменах в условиях седиментации, относятся содержания в осадочной толще органических веществ. В нижней пачке выявлены стабильно высокие содержания органики, во всех полученных кернах они колебались от 13 до 29%. Последовательное, без перерывов и резких скачков распределение органического вещества по глубине в осадках нижней пачки указывает на неизменность условий осадконакопления, а также на устойчивость и постоянство его источника, каким являлся речной сток.

В то же время, в современных осадках выявлены невысокие содержания органического вещества, составляющие не более 6 %. Это обусловлено тем, что ограничение речного стока привело к ожидаемому сокращению аллохтонного органического вещества. Автохтонный органический материал, продуцируемый в лагуне, играет незначительную роль в осадконакоплении. Несмотря на высокую продуктивность фитопланктона, на дно осаждается незначительное количество биогенного материала. Основная его часть подлежит растворению и процессам минерализации, которые под влиянием

микробиологических и химических реакций продолжают и после отложение на дно и захоронения.

На основании результатов проведенных исследований, отложения в нижней пачке идентифицированы как «сапропелевые образования». Известно, что важнейшим из параметров, характеризующих сапропели, является содержание в их составе органического вещества. По содержанию органики сапропелевые отложения разделяют на четыре типа (в зависимости от зольности): органический (зольность до 30%), органо-минеральный (зольность 30-50%), минерально-органический (зольность 50-70%) и минерализованный (зольность 70-85%). Выявленные в заливе сапропелевые образования нами отнесены к минерализованному типу (содержание зольности в их составе изменяется от 70 до 87%). Не смотря на отсутствие химических анализов, по опосредованным признакам можно предположить, что сапропелевые образования в заливе обогащены фосфором. Это является весомым положительным фактором, особенно если рассматривать отложения с точки зрения их использования в качестве удобрения в сельском хозяйстве. На обогащение фосфором указывает минерал вивианит, агрегаты которого выявлены во всех колонках по всему профилю осадочных отложений нижней пачки. Известно, что вивианит образуется из органических веществ в восстановительных условиях при дефиците кислорода и указывает на процессы анаэробной деструкции органики [5]. Вероятно, подобные условия существовали в лагуне в период доминирования речного стока.

Сапропелевые образования выявлены во всех колонках, т.е., они распространены, фактически, повсеместно в осадочной толще, залегающей в наиболее углубленных местах залива (на глубинах более 3-х метров), где развиты илистые отложения. Толщина таких образований более 1 м, однако, при более детальном исследовании она может увеличиться. По условиям залегания сапропелевые отложения делятся на два типа. Открытые, т.е., развивающиеся отложения с открытой поверхностью, над которой имеется лишь слой воды, и погребенные, которые обычно залегают в основании торфяной залежи под слоем торфа. Встречаются также сапропелевые отложения, погребенные под минеральными наносами. По своему расположению сапропелевые образования Калининградского залива следует отнести к погребенным, так как они находятся под слоем (толщиной от 30 до 65 см) современных минеральных донных осадков.

По предварительным оценкам, запасы сапропелей в заливе весьма значительны, о конкретных цифрах можно будет вести речь после выполнения специальных инженерных изысканий. Сапропелевое сырье, учитывая активное развитие санаторно-курортной сферы и сельскохозяйственного производства в регионе, может быть востребовано. Способы добычи и переработки сапропелей в настоящее время хорошо изучены, разработаны и не относятся к сложным производствам. Наиболее проблематичной может быть экологическая сторона разработки сапропелей.

Выводы

1. Результаты изучения литологических колонок свидетельствуют, что осадочная толща Калининградского залива состоит из 2-х различных по своему составу слоев. 2. Верхний слой представлен современными, темно – серыми, обводненными, слабо консолидированными мелко-песчаными и алевритовыми отложениями. 3. В нижнем слое развиты пластичные, серо-зеленые, однородные, обогащенные органикой мелкоалевритовые илы. 4. По своим характеристикам илистые отложения нижнего слоя идентифицированы как минерализованные сапропелевые образования с повышенным содержанием фосфора. 5. Для оценки объема сапропелевых образований и их химического состава потребуются дополнительные изыскания.

Благодарности

Полевые исследования и гранулометрический анализ проб донных отложений поддержаны проектом РФФИ № 14-45-390013 р_а, анализ и интерпретация данных выполнены при поддержке государственного задания ИО РАН (тема № 0128-2021-0012).

Литература

- [1] *Алексейко И.С., Широков В.А., Яременко А.А.* Сапропели Приамурья: свойства, добыча и использование. / Благовещенск: Изд-во ДВО РАН Дальнев. гос. аграр. ун-т., 2003. 210 с.
- [2] Гидрометеорологический режим Вислинского залива / Под ред. Н.Н. Лазаренко и А. Маевского. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 279 с.
- [3] *Кривонос О. И., Плаксин Г.В.* Пористые углерод-минеральные материалы на основе сапропелевого сырья. / Химия твердого топлива, 2015. № 1. С. 39-43.
- [4] *Митюков А.С., Румянцев В.А., Крюков Л.Н., Ярошевич Г.С.* Сапропель и перспективы его использования в аграрном секторе экономики. / Общество. Среда. Развитие, 2016. № 2. С. 110-111.
- [5] *Новоселов А.А., Малых А.Г.* Особенности минерального состава донных сапропелевых отложений озера Грязное. / Успехи современного естествознания, 2018. № 12 (с. 1). С. 194–199.
- [6] *Чечко В.А., Пака В.Т., Подуфалов А.П.* Новый подход к получению стратиграфически не нарушенных колонок донных осадков в неглубоких водоемах. / Океанологические исследования, 2019. Т. 47, № 4. С. 177-184.
- [7] *Штин С.М.* Озерные сапропели и их комплексное освоение. / Под ред. И.М. Ялганца. М.: Изд-во МГУ, 2005. 373 с.
- [8] *Chubarenko B., Chechko V., Kileso A., Krek et. al* Hydrological and sedimentation conditions in a non-tidal lagoon during ice coverage – The example of Vistula Lagoon in the Baltic Sea. / *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, 2019. Vol. 216. P. 38-53.
- [9] *Wentworth, C.K.* A scale of grade and class terms for clastic sediments. / *Journal of Geology* 30, 1922. P. 377-392.

S u m m a r y. The results of studying sedimentological core samples taken in the Kaliningrad Bay of the Baltic Sea are presented. All cores have two characteristic layers. In the upper part of the core, modern sandy-silty deposits are widespread. In the lower part, homogeneous, green-gray, organic-rich silts were revealed. By the ratio of the mineral and organic components, they are identified as high-mineral sapropel formations.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ВОДОСБОРОВ ОНЕЖСКОГО, ДВИНСКОГО И МЕЗЕНСКОГО ЗАЛИВОВ БЕЛОГО МОРЯ В ФЕВРАЛЕ–МАРТЕ 2020 Г.

В.П. Шевченко, С.К. Белоруков, А.В. Булохов, В.Б. Коробов, А.С. Лохов,
Д.П. Стародымова, А.Л. Чульцова, А.Е. Яковлев
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, vshevch@ocean.ru

THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SNOW COVER OF ONEGA, DVINA AND MEZEN BAYS OF THE WHITE SEA IN FEBRUARY– MARCH 2020

V.P. Shevchenko, S.K. Belorukov, A.V. Bulokhov, V.B. Korobov, A.S. Lokhov,
D.P. Starodymova, A.L. Chultsova, A.E. Yakovlev
Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. В докладе представлены результаты исследования геохимических особенностей снежного покрова водосборных бассейнов Онежского, Двинского и Мезенского заливов Белого моря в конце зимнего сезона в феврале–марте 2020 г. На фоновых участках концентрация нерастворимых частиц в снежном покрове находится на характерном для Арктики уровне. Концентрации возрастают в городах и вблизи шоссе. Значения рН, характеризующие кислотность атмосферных осадков, находятся на уровне, типичном для нейтральной среды, незначительно возрастая вблизи автодорог. Концентрации суммарных растворённых форм фосфора и азота находятся в большинстве проб на фоновом для севера Европейской территории России уровне.

Ключевые слова: снежный покров, природные архивы, рассеянное осадочное вещество, загрязнение, водосборный бассейн, рН, суммарные растворённые фосфор и азот.

Введение

Снежный покров обладает рядом свойств, делающим его удобным индикатором состояния экосистемы. В снежном покрове накапливаются нерастворимые микро- и наночастицы, переносимые в атмосфере от различных дальних и локальных природных или антропогенных источников, и растворённые вещества, вымытые из атмосферы во время снегопадов и осевшие в период между снегопадами [1, 2, 4-8, 14, 15, 19, 20].

Регулярные исследования геохимических особенностей снежного покрова в водосборном бассейне Белого моря были начаты в 2001 г. в рамках проекта «Система Белого моря» под руководством академика А.П. Лисицына [7, 16]. С 2016 г. такие исследования проводятся на льду озёр Пикалёво и Заднее, а также протоки Кузнечиха, расположенных в Приморском районе Архангельской области в водосборе Двинского залива [13, 18]. В данном докладе представлены результаты исследования геохимических особенностей снежного покрова в водосборах Онежского, Двинского и Мезенского заливов Белого моря в феврале–марте 2020 г.

Объекты и методы

В конце зимнего сезона в период с 13 февраля по 21 марта 2020 г. были проведены исследования геохимических особенностей снежного покрова в Архангельской области (рисунок). Работы на озере Большое Белое (точка 12) выполнены 13 февраля, на озере Пикалево (точка 1) – 26 февраля, на озере

Заднее (точки 3–9) – 27 февраля, на окраине г. Новодвинска (точка 10) – 2 марта, на протоке Кузнечиха (точка 2) – 3 марта, во дворе Северо-Западного отделения ИО РАН в Архангельске (точка 11) – 4 марта, в окрестностях поселка Пинега, деревень Совполье и Долгощелье (точки 13–15) – 21 марта. Снег отбирали пластмассовой лопатой из шурфа известной площади от поверхности снега до границы снег–лёд или снег–почва (за исключением слоя толщиной 1–2 см над почвой) и упаковывали в полиэтиленовые мешки, предварительно промытые дистиллированной водой. Всего было отобрано 15 проб снега, 7 из них – на льду озера Заднего. В лаборатории в г. Архангельске снег растапливали при комнатной температуре в пластиковых ведрах, закрытых крышками, определяли рН и минерализацию (мг/л) с помощью портативного многопараметрического измерителя WTW-3420 и фильтровали через предварительно взвешенные лавсановые ядерные фильтры (г. Дубна) диаметром 47 мм с диаметром пор 0,45 мкм. После окончания фильтрации фильтры перекладывали в чистые пластиковые чашки Петри диаметром 60 мм, высушивали при температуре 55–60°C и повторно взвешивали.

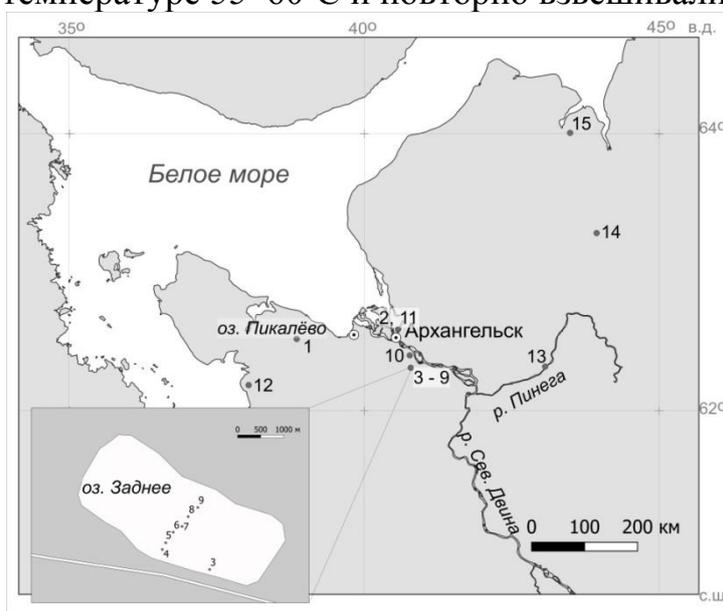


Рис. Схема расположения точек отбора проб снега.

Концентрации суммарных растворённых фосфора и азота определяли в фильтрате по методикам, изложенным в [10, 11].

Результаты и их обсуждение

Наиболее низкая концентрация нерастворимых частиц (1,06 мг/л) была отмечена 26 февраля 2020 г. на льду озера Пикалёво. Это значение практически совпадает с концентрацией нерастворимых частиц в снеге на этом озере в конце зимнего сезона 29 февраля 2016 г. (1,1 мг/л), 20 февраля 2017 г. (0,9 мг/л), 5 марта 2018 г. (1,11 мг/л) и 5 марта 2019 г. (0,96 мг/л) [18]. Относительно низкие концентрации нерастворимых частиц (взвеси) в снежном покрове были отмечены в точке 12 на льду озера Большое Белое (1,41 мг/л) и в точке 14 вблизи деревни Совполье (1,61 мг/л). Эти значения находятся на фоновом уровне как для Арктики, так и для водосборного бассейна Белого моря [16, 17].

Концентрация нерастворимых частиц в снежном покрове на льду около левого берега протоки Кузнечиха в Соломбале (точка № 2) составляла 2 мг/л, что ниже, чем было в этой точке 4 марта 2019 г. (2,88 мг/л) [18] и значительно ниже концентраций, измеренных нами вблизи этой точки в конце зимних сезонов в 2005 и 2006 гг. (в среднем 9,54 и 11,9 мг/л, соответственно) [16]. Связано это, по-видимому, с уменьшением загрязнения атмосферы Архангельска. В 2011–2012 г.г. расположенная поблизости Архангельская ТЭЦ была переведена с мазута на природный газ, что позволило более чем в 10 раз сократить выбросы микрочастиц в воздух [12]. Наиболее высокие концентрации нерастворимых частиц на льду озера Заднего отмечены вблизи шоссе Архангельск – Вологда (32,1 мг/л в точке 3 и 13,1 мг/л в точке 4). 6 марта 2019 концентрации взвеси в снеге здесь были значительно ниже (5,04 мг/л в точке № 3 и 2,53 мг/л в точке 4). По мере удаления от шоссе концентрации частиц убывают до 4,34–4,91 мг/л в точках №№ 7–9 (6 марта 2019 г. концентрации взвеси в этих точках составляли 1,48–2,7 мг/л).

Значения pH в талой воде изученных проб варьировали от 5,37 до 7,08 (в интервале значений, характеризующих нейтральную среду) [3], в среднем составляя 6,09 при стандартном отклонении 0,54 ($n = 15$ проб). Минерализация в изученных пробах была в интервале от 3 до 47 мг/л, медианное значение равно 6 мг/л ($n = 15$ проб). Наиболее высокие значения pH (6,79 и 7,08) и минерализации (27 и 47 мг/л) были отмечены в пробах, отобранных на расстоянии около 100 м от автомобильных дорог (точки 3 и 12, соответственно), что, вероятно, связано с антигололёдной посыпкой дорог песчано-солевой смесью. Таким образом, значимого закисления снежного покрова, отмечаемого в ряде регионов России [3, 9], в изученных авторами пробах отмечено не было.

Концентрация общего фосфора ($P_{\text{общ}}$) в фильтрате талой снеговой воды варьировала от 1 до 47,3 мкг/л, а общего азота ($N_{\text{общ}}$) – от 273 до 867 мкг/л. Наиболее высокие концентрации $P_{\text{общ}}$ были в точках 11 и 13 (47,3 и 17,3 мкг/л), что, вероятно, связано с влиянием локальных источников загрязнения. Для остальных 13 проб среднее значение концентрации $P_{\text{общ}}$ составило 3,8 мкг/л при стандартном отклонении 2,3 мкг/л. Максимальная концентрация $N_{\text{общ}}$ была в точке 12 вблизи автодороги. Для остальных 14 проб среднее значение концентрации $N_{\text{общ}}$ составило 389 мкг/л при стандартном отклонении 103 мкг/л. Концентрации $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$ в большинстве изученных нами проб находятся на фоновом для севера Европейской территории России [9], что свидетельствует об отсутствии существенного загрязнения фосфором и азотом снежного покрова в исследуемом районе.

Выводы

На большинстве изученных участков в водосборных бассейнах Онежского, Двинского и Мезенского заливов Белого моря в феврале–марте 2020 г. концентрации рассеянного осадочного материала (нерастворимых частиц) в снежном покрове находились на фоновом для Арктики уровне. Концентрации возрастали в городах и вблизи автодорог.

В большинстве изученных точек рН, минерализация снежного покрова и концентрации общих растворённых фосфора и азота в период исследований были на фоновом для севера Европейской территории России уровне.

Благодарности

Исследования были проведены при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00938-а).

Литература

- [1] *Василевич М.И., Безносиков В.А., Кондратёнок Б.М.* Накопление растворимых и малорастворимых форм металлов в снежном покрове таёжной зоны Европейского Северо-Востока России // *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология.* 2015. № 2. С. 111-118.
- [2] *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д.* Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
- [3] *Ветров В.А., Кузовкин В.В., Манзон Д.А.* Кислотность атмосферных осадков и выпадение серы и азота на территории Российской Федерации по данным мониторинга химического состава снежного покрова // *Метеорология и гидрология.* 2015. № 10. С. 44-53.
- [4] *Ермолов Ю.В., Смоленцев Н.Б.* Зимний фоновый сток примесей атмосферы на юго-востоке Западной Сибири // *Оптика атмосферы и океана.* 2020. Т. 33. № 1. С. 75-81.
- [5] *Захарченко А.В., Тигеев А.А., Пасько О.А. и др.* Региональный и локальный геохимические переносы веществ, депонированные в снеговом покрове // *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология.* 2020. № 6. С. 41-53.
- [6] *Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М.* Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. М.: АПР, 2016. 276 с.
- [7] *Котова Е.И., Коробов В.Б., Шевченко В.П.* Особенности формирования ионного состава снежного покрова в прибрежной зоне западного сектора Арктических морей России // *Современные проблемы науки и образования.* 2012. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7843> (дата обращения: 28.02.2021).
- [8] *Лисицын А.П.* Новый тип седиментогенеза в Арктике – ледовый морской, новые подходы к исследованию процессов // *Геология и геофизика.* 2010. Т. 51. № 1. С. 18-60.
- [9] *Лозовик П.А., Потапова И.Ю.* Поступление химических веществ с атмосферными осадками на территорию Карелии // *Водные ресурсы.* 2006. Т. 33. № 1. С. 111-118.
- [10] РД 52. 10. 243 – 92. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб: Гидрометеиздат, 1993. 264 с.
- [11] *Современные методы гидрохимических исследований океана.* М.: ИОАН, 1992. 199 с.
- [12] *Состояние окружающей среды в муниципальном образовании «Город Архангельск» в 2015 г.* Архангельск, 2016. 72 с.

- [13] *Стародымова Д.П., Шевченко В.П., Белоруков С.К. и др.* Геохимия рассеянного осадочного вещества снега в Приморском районе Архангельской области // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 2. С. 140-145.
- [14] *Таловская А.В.* Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // *Оптика атмосферы и океана*. 2010. Т. 23. № 6. С. 519-524.
- [15] *Чульцова А.Л.* Уровень накопления и содержания биогенных элементов в конце зимы в снеговом, ледовом покровах и воде устьевой области реки Северной Двины (весна 2011 г.) // *Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоёмах и морских водах. Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием. 10–14 сентября 2012 г., г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С. 289-293.*
- [16] *Шевченко В.П., Алиев Р.А., Бобров В.А. и др.* Эоловый материал в природных архивах // *Система Белого моря. Т. II. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера / Отв. ред. Лисицын А.П., ред. Немировская И.А. М.: Научный мир, 2012. С. 70-107.*
- [17] *Шевченко В.П., Лисицын А.П., Штайн Р. (Stein R.) и др.* Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики // *Проблемы Арктики и Антарктики*. № 75. Санкт-Петербург: ААНИИ, 2007. С. 106-118.
- [18] *Шевченко В.П., Белоруков С.К., Боев А.Г. и др.* Рассеянное осадочное вещество в снежном покрове Приморского района Архангельской области в марте 2019 г. // *География: развитие науки и образования. Т. I. Коллект. Моногр. по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22–25 апреля 2020 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. СПб: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. С. 193-197.*
- [19] *Яковлев Е.Ю., Зыкова Е.Н., Зыков С.Б., Очеретенко А.А.* Пространственное распределение тяжёлых металлов в пробах снега вокруг Северодвинского промышленного района // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 11. С. 179-184.
- [20] *Callaghan T.V., Johansson M., Brown R.D. et al.* Changing snow cover and its impacts // *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2011. P. 4.1-4.58.*

S u m m a r y. The report presents the results of a study of the geochemical features of the snow cover in the catchment basins of the Onega, Dvina and Mezen bays of the White Sea at the end of the winter season in February–March 2020. In the background areas, the concentration of insoluble particles in the snow cover is at a typical level for the Arctic. Concentrations are increasing in cities and near highways. The pH values that characterize the acidity of atmospheric precipitation are at a level typical of a neutral environment, increasing slightly near roads. The concentrations of total dissolved forms of phosphorus and nitrogen in most samples are at the background level for the north of the European territory of Russia.

ТРИ ФАКТОРА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ДЕГРАДАЦИЮ ЛЕДНИКОВ ГРУЗИИ

Л.Д. Шенгелия¹, Г.И. Кордзахия¹, Г.А. Тваури², М.Ш. Дзадзамия³

¹*Грузинский технический университет, институт гидрометеорологии, Тбилиси, Грузия, Larisa.shengelia@gmail.com*

²*Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, институт физики им. Э. Андроникашвили, Тбилиси, Грузия*

³*Национальное агентство по окружающей среде, Тбилиси, Грузия*

THREE FACTORS CHARACTERIZING GLACIERS DEGRADATION IN GEORGIA

L.D. Shengelia¹, G.I. Kordzakhia¹, G.A. Tvauri², M.S. Dzadzamia³

¹*Georgian technical university, institute of hydrometeorology, Tbilisi, Georgia,*

²*Tbilisi state university of I. Dzhavakishvili, institute of a geophysics of M. Nodia, Tbilisi, Georgia*

³*The national environmental agency, Tbilisi, Georgia*

Аннотация. Деградация ледников эффективный индикатор текущего изменения климата. Авторы, основываясь на этом и предыдущих исследованиях, пришли к выводу, что современное изменение климата оказывает значительное негативное влияние на ледники Грузии и вызывает их интенсивную деградацию. Для получения научно обоснованного ответа на проблему деградации ледников авторы использовали спутниковое дистанционное зондирование с высоким разрешением, поскольку эта инновационная технология позволяет детально изучать ледники с необходимой точностью и пространственно-временным разрешением. Для детальной характеристики воздействия глобального потепления на деградацию ледников подробно изучены: 1. Статистика таяния малых ледников (площадь от 0,1 до 0,5 км²); 2. Изменение площади и количества ледников в ледниковых бассейнах; 3. Отступление больших ледников (площадь > 2 км²). Приводятся соответствующие количественные данные, анализ и обобщение полученных результатов.

Ключевые слова: деградация ледников, изменение климата, спутниковое дистанционное зондирование.

Введение

Установлено, что под влиянием текущего изменения климата происходит ускоренная деградация ледников [8], что является причиной возрастания частоты и интенсивности гляциологических и гидрологических катастроф, повышения уровня моря и изменения речного стока.

Современное изменение климата усиливает отступление ледников. На фоне интенсивного таяния изменяется ледниковый сток, что особенно важно для Грузии, где в ледниках сосредоточено 31% водных запасов страны [3]. В условиях глобального потепления (со второй половины XX века) ледники Грузии отступают и деградируют [6, 9-14].

Проблема изменения криосферы является приоритетной задачей исследований МГЭИК. ООН приняла специальную резолюцию в отношении высокогорных регионов, в которой проблеме влияния изменения климата на ледники и рискам, которые связаны с их деградацией отводится одна из главных ролей [8].

Результаты более 100-летних крупномасштабных гляциологических исследований о ледниках Грузии, начатых с 1860 г. в бывшей Российской

империи и продолженных в течении 70-х гг. в Советском Союзе, были суммированы и представлены в нескольких выпусках каталога ледников бывшего Советского Союза (далее – каталог) [1, 2, 4, 5]. Ледники Грузии в этом каталоге не были представлены независимо и были систематизированы как часть кавказской системы ледников. Из-за важности этого каталога, позже он был включен в инвентаризацию ледников мира (WGI).

Изучение современного состояния ледникового покрова в Грузии важная народно-хозяйственная задача и для получения научно обоснованного ответа с учетом воздействия текущего изменения климата, необходимо использовать спутниковое (ДЗЗ) с высоким разрешением. Это позволяет в условиях ограниченных ресурсов и времени одновременно исследовать ледники с нужной детализацией и точностью.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является территория оледенения Грузии. Объектом исследования являются малые ледники, ледниковые бассейны и большие ледники т.к. под влиянием текущего изменений климата, деградация ледников Грузии чётко выявляется в статистике таяния малых ледников; прослеживается в изменениях как интегральных, так и детальных характеристик ледников: площадь и количество ледников в ледниковых бассейнах и в отступлении крупных ледников.

В работе исследованы ледники по ледниковым бассейнам Грузии. С этой целью используются снимки спутникового ДЗЗ, а именно данные, полученные со спутников Landsat (разрешение 15-30 м) и нескольких архивов спутниковых данных, а именно данные Национального космического управления по аэронавтике (NASA) и проекта «Глобальные измерения сухопутного льда из космоса» (GLIMS). Эффективна программа Google Earth, которая предлагает спутниковые снимки с высоким пространственным разрешением (0,5–0,8 м), что позволяет более точно определить контуры ледника. Для обработки спутниковых данных используются различные форматы ГИС.

Основу методологии составляет, наряду с данными спутникового ДЗЗ, комплексное использование исторических данных [1, 2, 4, 5], схем ледников из каталога, существующих полевых материалов и применение экспертных знаний. Важно, что методология включает реализацию эффективных процедур оценки и контроля качества (QA / QC) данных спутникового ДЗЗ [6, 7].

В СССР 1960-70-ые годы была проведена большая работа по сбору информации о состоянии ледников на основе которой был создан каталог ледников. В данном каталоге ледники Грузии не выделены отдельно. Они были включены в ледниковую систему Кавказа бывшего Советского Союза. Ледники Грузии зарегистрированы и рассмотрены в каталогах ледников, изданных в 1975 [2, 4] и 1977 годах [1, 5]. Ледники Западной Грузии перечислены в каталоге [2] последовательно, а ледники Восточной Грузии систематизированы в трех различных редакциях [1, 4, 5].

Фактический каталог ледников СССР создан 50 лет назад, тогда как исследование малых ледников по данным спутниковых наблюдений стало

возможным только в этом и предыдущих десятилетиях. Такая разница во времени даёт предпосылку для изучения изменения ледников. Очевидно, что полученные результаты отражают влияние изменения современного климата на состояние ледников.

Исследования проводились по отдельности, как для Западной, так и для Восточной Грузии, что обосновано климатически.

Статистика таяния малых ледников

В настоящее время освещение состояния малых ледников наземными наблюдениями с определённой регулярностью фактически невозможно. Изучение этих ледников спутниковыми наблюдениями эффективная альтернатива для их исследования и решения ряда научно-практических задач.

Глобальное потепление климата негативно воздействует на ледники. Особенно явно это выявляется в случае малых ледников [11-13].

При исследовании малых ледников возникают различные препятствия, основным из которых является идентификация малых ледников (из-за малых размеров) отображенных на снимках, полученных с помощью ДЗЗ. Для решения данной проблемы используются схемы, приведенные в каталоге ледников, где наглядно показано расположение ледников по соответствующим бассейнам рек.

Оценка изменения малых ледников проведена на основе сравнения характеристик полученных спутниковой информацией (2012-2016 гг.) и соответствующим данным каталога ледников (1975-1977 гг.). Исследования проводились как для Западной, так и для Восточной Грузии.

Сравнение контуров ледников по данным ДЗЗ с контурами соответствующих ледников на топографической карте СССР 60-их годов прошлого века (1:50000), с одной стороны даёт возможность валидации контуров, а с другой стороны визуально показывает насколько изменились отдельные ледники за определённый период (40-50 лет). Установлено, что ряд малых ледников, которые нанесены на топографической карте, не существуют, исчезли.

Для валидации контуров ледников также важно использование экспертных знаний, что в ряде случаев имело решающее значение для принятия правильного решения. Во время идентификации ледников совместно со схемами каталога ледников СССР, были использованы данные проекта GLIMS.

Подробно о результатах исследования малых ледников представлено в работе [18]. Сравнивая контуры ледников Грузии по данным ДЗЗ с контурами на топографической карте был сделан важный вывод – примерно за последние 50 лет площадь всех ледников уменьшилась. В случае если значение площади малого ледника на спутниковом снимке больше, чем по каталогу, эти данные каталога явно сомнительные и причисляются к недостоверным данным каталога ледников.

Проведено корректирование недостоверных данных площадей ледников сравнением контуров ледников на топографической карте СССР 60-их годов с данными ДЗЗ. Использование очертаний ледников, показанные на

топографической карте того же периода позволило исправить неточные данные каталога. По данным ДЗЗ идентифицированы малые ледники и снежники (площадь менее 0,1 км²). В таблице 1 представлено количество малых ледников Западной Грузии по каталогу и ДЗЗ.

Таблица 1. Количество малых ледников Западной Грузии по каталогу и ДЗЗ

#	Бассейн	Малые ледники по каталогу	Идентифицированные по данным ДЗЗ малые ледники			
			Малые ледники	Снежники	Исчезнувшие ледники	Всего
1	Бзипи	8	4	12	0	16
2	Келасури	2	0	2	0	2
3	ККодори	80	42	80	2	124
4	Енгури	107	38	155	7	200
5	Хобисцкали	3	1	6	2	9
6	Риони	37	20	28	4	52
Всего		237	105	283	15	403

Из таблицы 1 следует, в каталоге ледников зарегистрировано 237 малых ледников Западной Грузии. С использованием ДЗЗ все эти ледники идентифицированы и получены соответствующие значения площади для всех ледников. Из-за расщепления (фрагментации) и таяния количество малых ледников изменилось. По данным ДЗЗ (2012-2016 гг) в Западной Грузии количество малых ледников, снежников и исчезнувших ледников составляет 403. Из них: малые ледники 105 (20.1%); снежники 283 (76.5%); исчезнувшие 15 (3.4%).

Таким образом, из рассмотренных 237 малых ледников Западной Грузии по данным ДЗЗ осталось всего 105, что составляет 44.3%. Остальные 132 (55.7 %) ледника превратились в снежники или вообще исчезли.

В таблице 2 представлено количество малых ледников Восточной Грузии по каталогу и ДЗЗ.

Таблица 2. Количество малых ледников Восточной Грузии по каталогу и ДЗЗ

#	Бассейн	Малые ледники по каталогу	Идентифицированные по данным ДЗЗ малые ледники			
			Малые ледники	Снежники	Исчезнувшие ледники	Всего
1	Лиахви	25	14	9	3	26
2	Арагви	2	2	0	0	2
3	Терек	20	3	6	3	20
4	Асса	4	2	9	13	4
5	Аргун	47	12	31	11	54
6	Пирикитская алазани	6	1	8	0	9
Всего		104	30	58	27	115

Из таблицы 2 следует, в каталоге ледников зарегистрировано 104 малых ледников Восточной Грузии. По данным ДЗЗ в Восточной Грузии количество малых ледников, снежников и исчезнувших ледников составляет 115. Из них: малые ледники 30 (26.1%); снежники 58 (50.4%); исчезнувшие 27 (23.5%).

Таким образом, из рассмотренных 104 малых ледников Восточной Грузии по данным ДЗЗ осталось всего 30, что составляет 28.8%. Остальные 74 (71.2 %) ледника превратились в снежники или вообще исчезли.

Надо отметить, что по ДЗЗ изучена статистика тех малых ледников, которые и по каталогу относились к категории малых ледников (табл. 1 и 2). При изучении количества и площади ледников по бассейнам (рассмотрено ниже), данные малых ледников рассчитано по общему количеству малых ледников в бассейне по ДЗЗ, независимо от данных каталога (табл. 3 и 4).

Изменение характеристик (количества и площади) ледников в ледниковых бассейнах

В Грузии 12 ледниковых бассейнов, из которых 6 находятся в Западной Грузии и 6 в Восточной Грузии.

Для определения воздействия изменения климата на ледниковые бассейны, данные ледников, полученные по вышеупомянутой методологии с использованием ДЗЗ, сравниваются с данными тех же ледников из каталога. Разница в 50 лет между данными каталога и ДЗЗ создает предпосылку для определения изменений в бассейнах оледенения.

С учётом коррекции данных составлены таблицы распределения ледников Западной (таблица 3) и Восточной Грузии (таблица 4) по ледниковым бассейнам.

Таблица 3. Распределение ледников Западной Грузии по ледниковым бассейнам

Западная Грузия								
Ледниковый бассейн			Количество ледников			площадь ледников		
№	Имя и № ледников по каталогу	Градация	Каталог	ДЗЗ	Δ	Каталог	ДЗЗ	Δ
1	Бзипи 1_13	Малый	8	7	1	2.3	1.8	0.5
		Средний	5	2	3	4.8	1.4	3.4
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	13	9	4	7.1	3.2	3.9
2	Келасури 14_16	Малый	2	0	2	0.7	0	0.7
		Средний	1	1	0	0.8	0.7	0.1
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	3	1	2	1.5	0.7	0.8
3	ККодори 17_136	Малый	80	71	9	21.8	16.7	5.1
		Средний	36	19	17	35.1	18.4	16.7
		Большой	4	1	3	11.6	3.9	7.7
		Всего	120	91	29	68.5	39	29.5
4	Енгури 137_295, 297_331	Малый	107	82	25	25.5	21.3	4.2
		Средний	60	47	13	66.2	49.2	17

		Большой	27	24	3	213.5	165.9	47.6
		Всего	194	153	41	305.2	236.4	68.8
5	Хобисцкали 332_334	Малый	3	1	2	0.4	0.1	0.3
		Средний	0	0	0	0	0	0
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	3	1	2	0.4	0.1	0.3
6	Риони 296, 335_409	Малый	37	47	-10	9.0	11.3	-2.3
		Средний	28	13	15	27.2	14.6	12.6
		Большой	11	8	3	36	25.9	10.1
		Всего	76	68	8	72.2	51.8	20.4
Всего			409	323	86	454.9	331.2	123.7

Таблица 4. Распределение ледников Восточной Грузии по ледниковым бассейнам

Восточная Грузия								
Ледниковый бассейн			Количество ледников			площадь ледников		
№	Имя и № ледников по каталогу	Градации	Каталог	ДЗЗ	Δ	Каталог	ДЗЗ	Δ
1	Лиахви 1_22 [4]	Малый	20	3	17	4.1	0.6	3.5
		Средний	2	1	1	2.5	1	1.5
		Большой	0	0		0	0	0
		Всего	22	4	18	6.6	1.6	5
2	Арагви 23_27 [4]	Малый	4	1	3	0.8	0.3	0.5
		Средний	1	0	1	0.8	0	0.8
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	5	1	4	1.6	0.3	1.3
3	Терек 44_111 [5]	Малый	47	22	25	12.5	4.2	8.3
		Средний	12	6	6	12.1	6.1	6.0
		Большой	8	7	1	42.9	29.2	13.7
		Всего	68	35	33	67.5	39.5	28
4	Асса 1_3 [1]	Малый	2	3	-1	0.8	1.0	-0.2
		Средний	1	0	1	0.6	0	0.6
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	3	3	0	1.4	1.0	0.4
5	Аргун 10_15 [1]	Малый	6	1	5	1.0	0.1	0.9
		Средний	0	0	0	0	0	0
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	6	1	5	1.0	0.1	0.9
6	Пирикитская алазани 6_33 [4]	Малый	25	16	9	6.7	3.3	3.4
		Средний	2	0	2	2.1	0	2.1
		Большой	0	0	0	0	0	0
		Всего	28	16	12	8.8	3.3	5.5
Всего			132	60	72	86.9	45.8	41.1

В этих таблицах представлено количество ледников в ледниковых бассейнах и соответствующие площади по каталогу и ДЗЗ. Так как ледники

Восточной Грузии систематизированы в трех различных изданиях каталога, в таблице 4 во втором столбце квадратные скобки указывают литературу.

В Западной Грузии Количество малых ледников увеличилось только в бассейне Риони (на 10), а в Восточной Грузии только в бассейне Асы (на 1), что связано с распадом более крупных ледников.

Расчеты для ледниковых бассейнов показали, что примерно за 50 лет из-за текущего изменения климата площадь ледниковых бассейнов и количество ледников уменьшились как в западной, так и в восточной Грузии. При этом отдельно площадь как малых, так и средних и больших ледников уменьшилась.

Таким образом, по каталогу в Грузии всего 541 ледников, из которых в Западной Грузии – 409 и в Восточной Грузии – 132. В настоящее время в Грузии 383 ледника, из которых 323 находятся в Западной Грузии и 60 – в Восточной Грузии. Таким образом, количество ледников в Грузии уменьшилось на 158 (29,2%).

Согласно каталогу, общая площадь ледников 541,8 км². Площадь ледников в Западной Грузии составляет 454,9 км², а в Восточной Грузии - 86,9 км². В настоящее время общая площадь ледников Грузии 377 км². Площадь ледников в Западной Грузии составляет 331,2 км², а в Восточной Грузии - 45,8 км². Таким образом, площадь ледников в Грузии уменьшилась на 164,8 км² или на 30,4%.

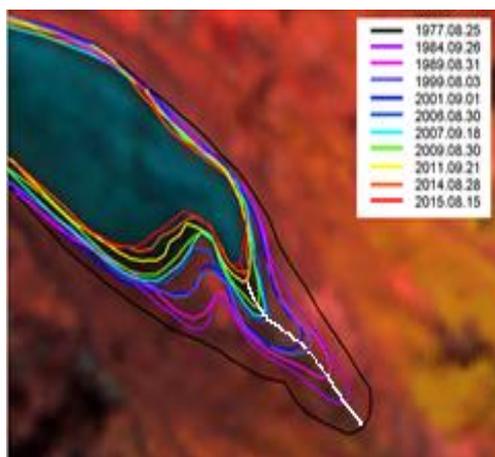
Отступление и деградация больших ледников

В работе [6] подробно рассмотрено отступление больших ледников на примере: Гергети (Восточная Грузия) и Адиши (Западная Грузия). Поскольку объем представленной статьи ограничен, приведём только основные положения и выводы.

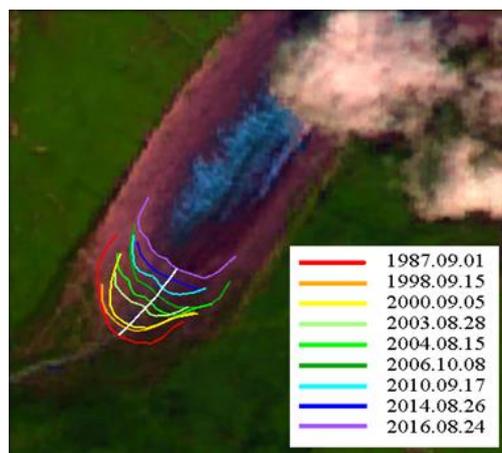
С использованием спутникового дистанционного мониторинга (СДМ), установлена динамика отступления больших ледников на основе определения отдельных местоположений перемещения конца языка ледника. Для простоты мониторинга подобраны ледники, конец языка которых свободен от обломочных материалов.

Для контроля качества определения результатов, использованы данные полевых наблюдений национального агентства окружающей среды. Получено хорошее совпадение данных наземных наблюдений и СДМ.

На рисунке 1 представлены схематические рисунки отступления ледников Гергети и Адиши, полученные на основе СДМ. Местоположение ледников в разные годы представлены контурами разного цвета. Используя ломанную линию белого цвета (рис. 1), пересекающей контуры, рассчитывается длина отступления для ледников Гергети и Адиши на фоне спутниковых снимков Landsat 8 для Гергети – от 5 августа 2015 года, а для Адиши – от 24 августа 2016 года.



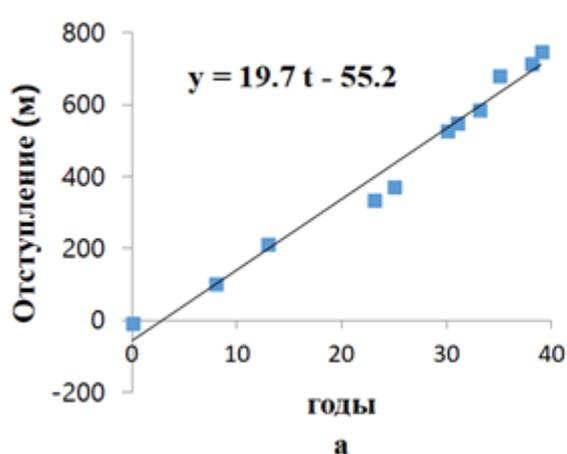
а



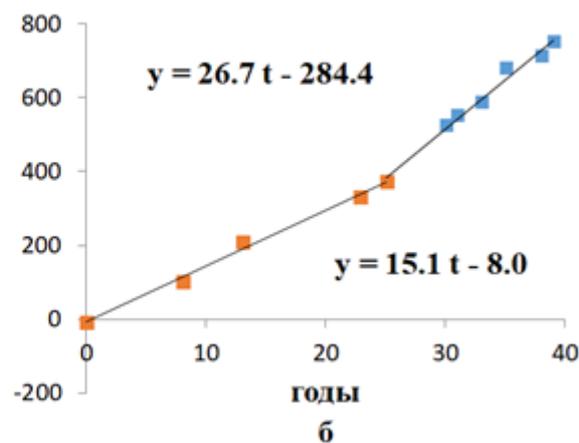
б

Рис. 1. Схематические рисунки отступления ледников: Гергети (а) и Адиши (б).

По данным СДМ построен график изменения отступления ледника и соответствующий тренд (рис. 2 а). Начальное положение соответствует 1977 году. Для лучшего отображения влияния изменения климата на отступление ледника Гергети, период наблюдений разделён на два периода: 1977-2001гг. и 2001-2015 гг. и построены соответствующие графики (рис. 2 б).



а



б

Рис. 2. Динамика отступления ледника Гергети по данным спутникового ДЗЗ за 1977–2015гг. (а); Тенденция отступления ледника Гергети для периодов 1977–2001 гг. и 2001–2015 гг. (б).

Отступление во втором периоде значительно больше, чем в первом периоде, т.е. отступление ледника носит нелинейный характер, что говорит о растущем влиянии изменения климата на отступление ледника Гергети.

Для Западной Грузии рассмотрено отступление ледника Адиши по данным СДМ 1987–2017 гг. (рис. 3).

По данным СДМ построен график отступления ледника и соответствующий тренд (рис. 3 а). Начальное положение соответствует 1987 году. Для лучшего отображения влияния изменения климата на ледник Адиши, период наблюдений разделён на два периода: 1987–2000 гг. и 2000–2016 гг. (рис. 3 б).

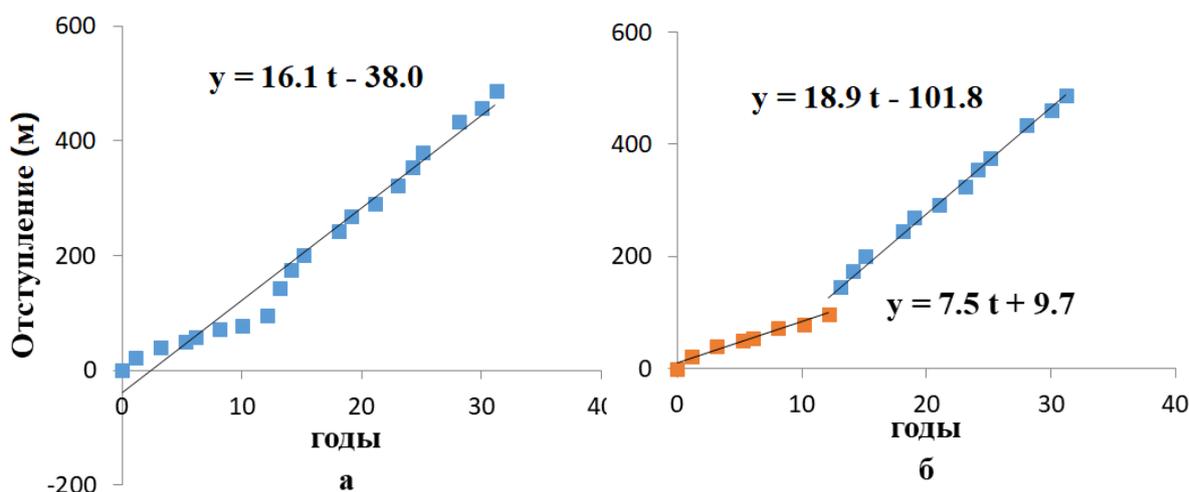


Рис. 3. Динамика отступления ледника Адиши по данным СДМ за 1987-2016 гг. (а); Тенденция отступления ледника Адиши для периодов 1987-2000 гг. и 2000-2017 гг. (б).

Анализ отступления Больших ледников (Гергети в восточной Грузии и Адиши в западной Грузии) показал, что скорость отступления ледника Гергети намного выше, чем у ледника Адиши. В первую очередь это связано с различиями климата между Восточной и Западной Грузией.

Скорости отступления ледников за весь период неодинаковы как для ледника Гергети, так и для ледника Адиши. В частности, средняя скорость отступления ледников за последние 15 лет значительно увеличилась по сравнению с предыдущими 25 годами. Эта тенденция отражает нелинейный характер современного изменения климата.

Выводы

1. Из-за современного потепления климата ледники Грузии интенсивно тают;
2. Процесс таяния малых ледников в Восточной Грузии идет более интенсивно, чем в Западной Грузии, поскольку из 104 малых ледников зарегистрированных в Каталоге ледников в Восточной Грузии по данным ДЗЗ осталось всего 30 (28.8%). Остальные 74 (71.2 %) ледника превратились в снежники или вообще исчезли. Из рассмотренных 237 малых ледников Западной Грузии по данным ДЗЗ осталось всего 105 (44.3%). Остальные 132 (55.7 %) ледника превратились в снежники или вообще исчезли.
3. Расчеты для ледниковых бассейнов показали, что примерно за 50 лет из-за текущего изменения климата площадь ледниковых бассейнов и количество ледников уменьшились как в западной, так и в восточной Грузии. При этом отдельно площадь как малых, так и средних и больших ледников уменьшилась;
4. Согласно каталогу, общая площадь ледников 541,8 км². Площадь ледников в Западной Грузии составляет 454,9 км², а в Восточной Грузии - 86,9 км². В настоящее время общая площадь ледников Грузии 377 км². Площадь ледников в Западной Грузии составляет 331,2 км², а в Восточной Грузии -

45,8 км². Общая площадь ледниковых бассейнов Грузии уменьшилась на 164,8 км² или на 30,4%.

5. По каталогу в Грузии всего 541 ледников, из которых в Западной Грузии – 409 и в Восточной Грузии – 132. В настоящее время в Грузии 383 ледника, из которых 323 находятся в Западной Грузии и 60 – в Восточной Грузии. Таким образом, количество ледников в Грузии уменьшилось на 158 (29,2%).
6. Анализ показал, что крупные ледники как западной, так и восточной Грузии отступают и это отступление носит нелинейный характер. Эта тенденция отражает также нелинейный характер современного изменения климата.
7. Процессы: таяния небольших ледников, уменьшения площади оледенения и уменьшения количества ледников в ледниковых бассейнах, деградации крупных ледников, более интенсивны в Восточной Грузии, чем в Западной Грузии, что можно объяснить разницей между климатом восточной и западной Грузии. В частности, климат Восточной Грузии континентальный, а климат Западной Грузии – морской влажный.

Литература

- [1] *Панов В.Д. Боровик Э.С.* Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 12, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 51 с.
- [2] *Маруашвили Л.И., Курдгеллаидзе Г. М, Лаиши Т.А, Инашвили Ш.В.* Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 1, ч. 2-6, Закавказье и Дагестан, Л.: Гидрометеиздат, 1975, 86 с.
- [3] *Сванидзе Г.Г. и Цомае В.Ш. (под редакцией).* Водные ресурсы Закавказья. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
- [4] *Цомае В.Ш.* Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л.: Гидрометеиздат, 1975, 95 с.
- [5] *Цомае В.Ш., Дробышев О.А.* Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 71 с.
- [6] *Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А., Дзадзамия М.Ш.* Влияние текущего изменения климата на большие ледники Грузии. / География: развитие науки и образования, Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения 18-21 апреля 2019 года. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. – Том I, – С. 218-226.
- [7] *Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А.* Методология и результаты исследования некоторых ледников Грузии на основе дистанционного зондирования. Коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXVIII Герценовские чтения «География: развитие науки и образования». 22-25 апреля 2015 года, посвященной 70-летию создания ЮНЕСКО, С.-П., 2015, с. 117-124.
- [8] *Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S.Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.*

- [9] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dzadzamia M.* Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. – Tb.: 2016. – Vol. 10. – №4. – P. 56-63.
- [10] *Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvauri G. A., Dzadzamia M. Sh.* (2019). The climate change impact on the glaciers of Georgia. // World science. –Warsaw, Poland: 2019. – Vol.1, – №4 (44), – P. 29-34.
- [11] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dzadzamia M.* Application of Remote Sensing and GIS Technologies for the Inventory of Small Glaciers in Eastern Georgia. 4th International Geography Symposium, May 23-26, Kemer. Antalya, Turkey, Book of Proceedings, 2016, P. 563-572.
- [12] *Kordzakhia, G., Shengelia, L., Tvauri, G., Tsomaia, V., and Dzadzamia, M. ().* Research of Glaciers Variation Dynamics in East Georgia Under the Impact of Modern Climate Change. Proceedings of the Fourth Plenary Conference and Field Trips of UNESCO–IUGS–IGCP 610 project «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary» (2013-2017), 2-9 October, 2016, P. 96-100.
- [13] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Dzadzamia M..* Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, Vol. 10, 4, 2016, P. 56-63.
- [14] *Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Tsomaia V., Dzadzamia M..* Satellite Remote Sensing Outputs of the Certain Glaciers in the Territory of East Georgia. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences - Elsevier, Vol. 18(1), Supplement 1, 2015, pp. S1-S7.

S u m m a r y. Glacier degradation is an effective indicator of current climate change. The authors, based on this and previous studies concluded that modern climate change has a significant negative impact on the glaciers of Georgia and causes their intense degradation. To obtain a scientifically substantiated answer to the problem of glacier degradation, the authors used high-resolution satellite remote sensing, since this innovative technology allows a detailed study of glaciers with the required accuracy and spatial-temporal resolution. For a detailed description of the impact of global warming on glacier degradation, the following have been studied particularly: 1. Statistics of melting of small glaciers (area from 0.1 to 0.5 km²); 2. Changes in the area and number of glaciers in glacial basins; 3. Retreat of large glaciers (area > 2 km²). The relevant quantitative data, analysis and generalization of the received data are presented.

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC AND ANTARCTIC

DEFINITION OF ARCTIC SPACES BASED ON HUMAN GEOGRAPHICAL DIVISION: DEFINITION OF ARCTIC REGION FROM HUMANITIES

Kim Joung Hun¹, Han Jong-man²

¹*PaiChai University, Director of Korea-Siberian Center, Republic of Korea, jhkrm@pcu.ac.kr*

²*PAICHAJ University, Korea-Siberian Center, Republic of Korea, hanjongman428@daum.net*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ГУМАНИТАНОЙ ГЕОГРАФИИ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА ИЗ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

Ким Чжон Хун¹, Хан Чен Ман²

¹*Университет ПАЙ ЧАЙ, Директор Корейско-Сибирского центра, Республика Корея,*

²*Университет ПАЙ ЧАЙ, Корейско-Сибирский центр, Республика Корея,*

Abstract. This study deals with the concept definition of the Arctic Circle. This paper analyzes the human geographical description of the Arctic in relation to politics, administration, economy, and social culture. The main point of this article is about the southern boundary of the Arctic not the northern boundary.

Key Words: Arctic Definition, Arctic region, Human Geography.

The physical geographical definition of the Arctic region has many limitations in the political, economic, social, cultural and linguistic approaches, especially in data collection and analysis. To overcome these problems, the Arctic Human Development Report (AHDR), announced in 2004, newly defines the Arctic region based on the Human Development Index developed by UNDP [1].

Arctic region based on AHDR

The AHDR-based Arctic definition is based on socio-economic conditions and cultural characteristics associated with political and ecological processes. According to ADHR's Arctic definition, the entire Alaska and Danish Faroe Islands are considered as polar spaces. All of the Arctic economies, except Iceland, are made up of local economies that form part of the 'mother economic bloc' in the south, politically, economically and culturally. Most arctic economies have a subordinate form to 'mother economic bloc' in relation to transfer income [2].

According to the definition of ADHR, there are about 3.36 million of native and non-native peoples living in the Arctic region. Arctic indigenous people constitute about 40 different ethnic groups and are estimated to be 400,000 people, 10% of the total population. There are 1.98 million people in the Russian Federation, accounting for more than half of all Arctic residents; followed by 659,000 in Alaska in the US;

380,000 in Norway; 264,000 in Sweden; 288,000 in Iceland; 130,000 in Canada; and 57,700 and 47,700 in Danish Greenland and the Faroe Islands, respectively.

Arctic region by administrative division

The Arctic is owned by eight countries: Russia, Canada, USA (Alaska), Norway, Denmark (Greenland and Faroe Islands), Iceland, Sweden and Finland. According to their divisions, the Arctic region includes 29 administrative regions.

Arctic regions include Alaska, Northern Canada (Yukon, Northwest, Nunavut region, Nunavik, Labrador), Danish Greenland and Faroe Islands, Iceland, northern Norway (Finnmark, Nordland, Troms, Svalbard), Sweden (Norrbotten, Vasterbotten), Finland (Lapland, Oulu), and the northern part of the Russian Federation (Republic of Karelia, Komi Republic, Arkhangelsk Oblast, Murmansk Oblast, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Nenets Autonomous Okrug, Taymyr (Dolgano-Nenets) Autonomous Okrug, Evenk Autonomous Okrug, Sakha Republic, Chukotka Autonomous Okrug, Magadan Oblast, Koryak Okrug) [3].

With the administrative reorganization of Russia, the autonomous regions of Taymyr (Dolgano-Nenets) and the Evenk Autonomous Okrug are included in Krasnoyarsk Krai, and Koryak Autonomous Okrug as well is incorporated in Kamchatka Krai. [4] As a result, the administrative districts of the Arctic have been reduced to 28. Lands and islands located in the Arctic Ocean, indicated in the Decree of the

Presidium of the Central Executive Committee of the USSR of April 15, 1926 "On the Declaration of the Territory of the USSR as Lands and Islands Located in the Arctic Ocean" and other acts of the USSR. In addition, on May 2, 2014, the Decree of the President of the Russian Federation No. 296 on the land territories of the Arctic zone of the Russian Federation was enacted [5].

Arctic region by indigenous peoples

People have inhabited the Arctic for over twenty thousand years. Currently, there are approximately 4 million people living in the Arctic, of those roughly 500,000 are Fourth World peoples (the population of indigenous people is about 500,000) [6]. These nations comprise varying percentages of the Arctic population; ranging from about 80% in Greenland, 50% in Canada, 20% in Alaska, 15% in Arctic Norway, to 3~4% in Arctic Russia (athropolis.com) [7]. The Greenland and Canadian Arctic regions have a high Aboriginal ratio, while most other Arctic residents are non-Aboriginal. There are no indigenous peoples in Iceland and the Danish Faroe Islands, and the percentage of indigenous peoples in the Scandinavian Arctic region is relatively small. The population of the Arctic native peoples is estimated to increase by 1.5% per year [8].

The Sami people live in the Scandinavian Arctic region, and the Inuit are in Greenland, northern Canada and Alaska. There are many ethnic minorities in the Russian Arctic region such as the Nenets and the Chukchi. The Arctic minorities have diverse cultures and their own languages, and are engaged in hunting and fishing in the wide Arctic region through the long traditional lifestyle. The Aleut live in the Aleutian

Islands; the northern Alaska Inuit, the Pacific Yupik, and the Central Alaska Yupik inhabit northern Alaska; and the Yupik are in St. Lawrence Island. The proportion of these native population is 13.1%.

In the Canadian Arctic region, Mackenzie Inuit, Copper Inuit, Caribou Inuit, Iglulik Inuit, Netsilik Inuit, Baffin Island Inuit, and Labrador Inuit live. The percentage of Inuit people is 49.8% in the Northwest of the Canadian Arctic region, 89.2% in Nunavik, and 84.5% in Nunavut. The Arctic Inuit, Northeast Greenland Inuit, West Greenland Inuit, East Greenland Inuit live in the Northwest region of Greenland. In Greenland, the percentage of Inuit is 88.6%. These Arctic indigenous people joined permanent members (six indigenous groups) from the beginning of the Arctic Council in 1996.



Fig. 1. A Legally Binding Arctic Scientific Cooperation Agreement. Source: “A Legally Binding Arctic Scientific Cooperation Agreement”, IASC, <https://iasc.info/ASA> (Search date: June 5, 2020).

The six Aboriginal groups are the Arctic Athabaskan Council (AAC), the Aleut International Association (AIA), the Gwich'in Council International (GCI), the Inuit Circumpolar Council (ICC), the Russian Association of Indigenous Peoples of the North (RAIPON), and the Saami Council (SC). Arctic indigenous groups are striving to protect their rights and interests, and to preserve diverse cultures and languages through negotiations with the Arctic Council or central and local governments, but they result in different outcomes depending on the political, economic, and socio-cultural contexts of individual Arctic states.

Arctic space with legal effect by the scientific cooperation agreement

The eight Arctic governments signed the 'Agreement on Enhancing International Arctic Scientific Cooperation' on May 11, 2017 in Fairbanks, Alaska; the Agreement entered into force on May 23, 2018. The Agreement facilitates access by scientists of the eight Arctic governments to Arctic areas that each government has identified, including entry and exit of persons, equipment, and materials; access to research infrastructure and facilities; and access to data [9].

The Agreement applies to these areas, as described in Annex 1 of the Agreement:

- This and more information on the Agreement is provided by the US Arctic Research Commission.

- The text of the Agreement is available via the Arctic Council. Note that while the Agreement is legally binding for the Arctic signatory states, Article 17 also includes cooperation with non-Parties.

- A press release about the Agreement coming into force is available via the Arctic Council.

- A "Report on Understanding the Bottlenecks in Cross-Border Research" is now available via the University of the Arctic, in cooperation with IASC and IASSA.

References

[1] The AHDR Task Force was created in November 2001, ratified at the Senior Arctic Officials of the Arctic Council, in response to the requests from the meeting of the Sustainable Development Working Group (SDWG) and from the Standing Committee of Parliamentarians of the Arctic Region (SCPAR).

[2] *Gorm Winther*, "Introduction to the Project and the First Volume of The Political Economy of Northern Regional Development (POENOR)," Nordic Council, *The Political Economy of Northern Regional Development*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 2010, pp.14-16.

[3] *Gérard Duhaime and Andrée Caron*, "Economic and Social Conditions of Arctic Regions," in: Glomsrød, Aslaksen(Ed.), *The Economy of the North 2008*, Oslo, 2009, p.11.

[4] *Han, Jong-Man*, "83 Delegation of the Russian Federation: Focusing on 9 Delegation States," *Russian Regional Information* (Hankuk University of Foreign Studies, Russian Institute) No.1, 2010, p.27. On December 7, 2003, Taymyr Autonomous Okrug and Evenk Autonomous Okrug were incorporated to

Krasnoyarsk Krai through local referenda. Koryak Autonomous Okrug was also merged with Kamchatka Oblast forming Kamchatka Krai through a referendum by local residents on October 23, 2005.

[5] Указ Президента Российской Федерации «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (В редакции указов Президента Российской Федерации от 27.06.2017 № 287, от 13.05.2019 № 220) (<http://pravo.gov.ru/>, Search date: April 15, 2020). Under this document, the Russian part of the Arctic incorporated the Murmansk and Arkhangelsk Regions; the Republic of Komi and Yakutia; the Krasnoyarsk Region; the Nenets, Chukotka, and Yamalo-Nenetsky Autonomous Okrug, the Belomorsk, Kemsy, and Loukhsky Districts of Karelia as well as “lands and islands located in the Arctic Ocean and certain uluses of Yakutia, which were declared USSR territory under a decree of the Presidium of the USSR Central Executive Committee dated 15 April 1926”. <https://forumarctica.ru/en/news/putin-signs-decree-expanding-land-territories-of-russias-arctic-zone/> (Search date: April 16, 2020)

[6] In this paper 4.1 para. 2 described as the number of indigenous residents is 400,000. This is based on the data released in 2010, and this count is different from the data released in 2012. This seems to result from the researchers' standards of aggregation.

[7] *Heidi Bruce*, “Arctic Fourth World Nations in a Geopolitical Dance,” *Fourth World Journal*, Summer 2012, p.10. ‘The 'Fourth World Peoples' is a concept corresponding to the First World of the Western bloc of democratic-industrial states, the Second World of the Communist Party, and the Third World of non-aligned nations.

[8] *Bogoyavlenskiy D., and Siggner A.*, “Arctic Demography,” in: Emmerson, N., Larsen, J.N., Young, O.R. (Eds.), *Arctic Human Development Report*, Steffanson Arctic Institute, Akureyri, Iceland, 2004, p.14.

[9] “A Legally Binding Arctic Scientific Cooperation Agreement”, IASC, <https://iasc.info/ASA> (Search date: June 5, 2020).

А н н о т а ц и я. Данное исследование посвящено определению понятия «Полярный круг». В данной статье анализируется географическое описание Арктики человеком в связи с политикой, администрацией, экономикой и социальной культурой. Основная мысль статьи - южная граница Арктики, а не северная.

Ключевые слова: Арктическое определение, Арктический регион, география человека.

СОЗДАНИЕ МАКЕТА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА АРКТИКИ

А.С. Алексейкова¹, Т.А. Андреева^{1,2}

¹СПбГУ, г. Санкт-Петербург, anastasia.alekseikova@yandex.ru

²РГПУ им. А.И. Герцена; СПбГУ, г. Санкт-Петербург, chippo_@mail.ru

CREATING OF THE LAYOUT OF THE GEOMORPHOLOGICAL ATLAS OF THE ARCTIC REGION

A.S. Alekseikova¹, T.A. Andreeva^{1,2}

¹ Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

² Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. Актуальность исследований Арктического бассейна Северного Ледовитого океана объяснена достаточно реалистичными перспективами освоения морских нефтегазовых месторождений на шельфе арктических морей страны. Но геоморфологическое изучение Арктики замедлено стагнацией геоморфологической науки, на ускорение теории и методики которой и направлено содержание настоящего атласа. На данном этапе работ был разработан макет атласа, ранее была произведена векторизация практически всех необходимых графических материалов в таких программных продуктах как Inkscape и Bentley MicroStation. Создание самого макета производилось в программе для верстки Adobe InDesign. Макет представлен в формате *.indd, на случай дальнейших доработок, а также в формате *.pdf для удобства просмотра и дальнейшей печати.

Ключевые слова: атлас Арктики, геоморфология, Арктический регион.

Введение

В последнее время довольно стремительные темпы изучения Мирового океана, в целях поиска и освоения полезных ископаемых, расположенных под его толщей, привели к необходимости проведения комплекса работ по обеспечению научной и производственной деятельности точными и универсальными картами всех его районов. Наиболее актуальными для Российской Федерации в настоящее время являются исследования Арктического бассейна Северного Ледовитого океана.

Тем не менее, несмотря на очевидную перспективность продвижения изучения геоморфологии арктического региона, оно имеет одну негативную черту – изучение рельефа и рельефообразующих процессов происходит довольно медленно. Это объясняется крайне небыстрым развитием теории и методики этих исследований, они тормозятся современной стагнацией геоморфологической науки. На ускорение развития её теории, методики и практики и направлено содержание создаваемого геоморфологического атласа Арктики [3].

Впервые результаты всесторонних исследований полярных областей были опубликованы в составленном на основе двухтомной монографии геоморфологическом атласе Антарктики, опубликованном в 2011 году. Настоящий геоморфологический атлас Арктики создается с целью обозначения научного приоритета Российской Федерации в области геолого-геоморфологического и палеогеографического изучения Арктического региона.

В данном атласе заметно развитие представлений об изучении рельефа, которые были опубликованы в атласе Антарктики, со времени издания которого прошло 10 лет.

Регион исследований, объекты и методы

Арктика – единый физико-географический район Земного шара, который примыкает к Северному полюсу. Данный регион включает в себя практически всю территорию Северного Ледовитого океана с островами (без прибрежных островов Норвегии), окраины Евразии и Северной Америки, а также части Атлантического и Тихого океанов. Площадь Арктики принято считать равной примерно 27000000 км², или же 21000000 км², так как иногда южную границу этого региона проводят по Северному полярному кругу (66° 33' с.ш.) [1].

Рельеф Арктического регион можно поделить на две составляющие: область шельфа, включающая острова материкового происхождения и прилегающие окраины континентов, и Арктический бассейн – область котловин, глубиной до 5527 м и подводных хребтов. Наличие нефтегазовых месторождений на шельфе арктических морей Российской Федерации объясняет актуальность проведения обширных исследований Арктического бассейна Северного Ледовитого океана.

Однако для решения практических вопросов изучения рельефа и связанных с ним процессов необходимо раскрыть теоретические проблемы геоморфологии. Достичь этого помогает наличие в настоящем атласе не только картографических произведений, но и текстовой составляющей, которая значительно упрощает понимание и восприятие представленных в атласе материалов.

Атлас предназначен для широкого круга зарубежных и отечественных специалистов в области геологии, географии, палеогеографии, геофизики, геоэкологии и других наук о Земле, представляющих научные, научно-производственные, производственные государственные и коммерческие организации, высшие учебные заведения. Данный атлас рассматривается в качестве средства передачи накопленных знаний о рельефе и рельефообразующих процессах.

Содержание атласа формировалось в соответствии с его назначением, особенностями территории, степенью её изученности и наличием информационного, в том числе картографического и тематического обеспечения [4].

Предоставленные для обработки исходные данные, включающие результаты работ предыдущих лет, подразделялись на: отвекторизованные карты и схемы, отсканированные изображения из различных бумажных изданий в формате, таблицы, фотографии, а также текстовая составляющая.

На раннем этапе создания атласа была проведена векторизация практически всех материалов, входящих в атлас, студентами кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного

университета. Обработка проводилась в таких программных продуктах, как Inkscape для автоматической векторизации схем и Bentley MicroStation. При обработке карт в программном продукте Bentley MicroStation, монохромные изображения было решено пересоставить в палитре цветов, входящих в гамму северного сияния. Это делалось с целью добиться единообразия картографических материалов, облегчения их восприятия, а также согласования их с общим дизайном макета, который также разрабатывался в подобной цветовой гамме.

Также было решено некоторые более сложные картографические материалы представленные в растровом формате редактировать в графическом редакторе Adobe Photoshop для улучшения их качества. Так как некоторые материалы являлись сканированными печатными изображениями, на них имелись повреждения в местах перегибов, что также отражалось на скане.

Некоторые предоставленные в векторном формате картографические материалы было решено включать в атлас без обработки, так как их качество было довольно высоким.

На данном этапе, после систематизации исходных данных и редактирования исходных картографических материалов, входящих атлас, был составлен сам макет.

Макет атласа определяет основные требования к его содержанию и порядку создания. Он даёт общее представление о внешнем виде атласа и является исходным документом, устанавливающим последовательность размещения карт, иллюстраций, таблиц, текстовых приложений. Макет атласа обеспечивает объективную оценку принимаемых решений, касающихся проектирования атласа. Макет создавался в натуральную величину, комплектуясь из страниц с типовыми компоновками листов атласа [4].

Непосредственное создание макета атласа производилось в программном продукте Adobe InDesign, так как данная программа для вёрстки позволяет экспортировать созданные документы в различные форматы электронных изданий, в том числе и в *pdf, и является довольно удобным для комбинирования текста и изображений. Были заданы параметры создаваемого макета: страницы формата А3 (297 x 420 мм) альбомной ориентации, 3 колонки на каждой странице, средник (расстояние между колонками) 5мм. Для упрощения работы и облегчения веса файла, каждая глава атласа создавалась в отдельном документе; все созданные документы объединялись в один итоговый. С помощью основных элементов вёрстки – фреймов – областей для размещения данных (текстовых и графических) создавались развороты, включающие картографические материалы, текст, таблицы, фотографии, которые подбирались согласно содержанию атласа и общему дизайну создаваемого макета.

Шрифт основного текста был выбран Palatino Linetype, кегль основного текста – 12, кегель заголовков глав – 14, интерлиньяж – 14,5; заголовки выделялись с помощью полужирного начертания, названия рисунков – с

помощью курсивного начертания. Отредактированные ранее изображения кадрировались, а также создавались ссылки на иллюстрации для их качественного вывода в формат *.pdf. Так же с помощью фреймов составлялись таблицы на основе различных предоставленных для обработки материалов.

Обсуждение результатов

На данном этапе создания геоморфологического атласа Арктики был разработан макет для двадцати трёх глав, разделённых на пять частей:

- информационное обеспечение геоморфологических исследований Арктики;
- общее геоморфологическое картографирование;
- раздельное изучение форм земной поверхности разных генетических категорий;
- количественные методы геоморфологических исследований;
- системно-геоморфологическая основа региональных исследований Арктики.

В состав атласа вошли сто семьдесят шесть изображений, включающих отечественные и зарубежные картографические материалы различного содержания: геоморфологического, геологического, тектонического, палеогеографического, геоэкологического и общегеографического, а также схемы. Также атлас содержит одиннадцать таблиц, сопутствующие фотографии и фотокосмические и геофизические материалы ВСЕГЕИ (картографические материалы масштаба 1:1 000 000 и крупнее), фотоматериалы ПМГРЭ (картографические и справочные сведения), данные детальных батиметрических съёмок отдельных районов ВНИИ Океангеология, ведомственные данные по палеогеографии, динамике климата, ледового покрова и ледников ААНИИ. Основными авторами карт, входящих в атлас, выступили А.Н. Ласточкин, Д.Ю. Большианов, А.И. Жиров, В.В. Шарин и др.

В атласе также изложены результаты геоморфологических исследований, которые основаны на общей теории геосистем (ОТГС), разработанной в рамках геоморфологии и географии. В атлас включены разделы, излагающие как оригинальные разработки авторов, так и обобщающие методический опыт предшествующих геоморфологов, учитывая прикладное значение прошлых, современных и будущих геоморфологических, геофизических и географических исследований [2].

Макет представлен в *.indd, формате документа Adobe InDesign, на случай внесения дальнейших доработок и правок, а также в формате *.pdf для удобства просмотра и дальнейшей печати.

Выводы

Деятельность по созданию Геоморфологического атласа Арктики ведется сотрудниками Кафедры картографии и геоинформатики Института Наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета с 2018 года.

Ранее была проведена векторизация практически всех необходимых материалов, входящих в атлас. На данном этапе был разработан макет, с учетом всех требований, технических возможностей [4]. Содержание атласа формировалось в соответствии с его назначением, особенностями территории, степенью её изученности и наличием информационного, в том числе картографического и тематического обеспечения, с применением авторских методик и с учётом опыта предыдущих поколений геоморфологов.

Атлас включает в себя не только картографические произведения, в нём так же присутствует текстовая составляющая. Именно благодаря этому в нём раскрываются теоретические проблемы геоморфологии для решения практических вопросов изучения рельефа и связанных с ним процессов. Однако в атласе практически отсутствует раздел, посвященный общим понятиям геологии и геофизики Арктики. Но это связано с наличием специализированной отечественной и зарубежной литературы, в которой эта информация изложена крайне полно и детализировано.

Данный атлас предназначен для широкого круга зарубежных и отечественных специалистов в различных областях деятельности: геологии, географии, палеогеографии, геофизики, геоэкологии и других наук о Земле. Созданный атлас может также быть применён для передачи накопленных геоморфологических знаний от предыдущих поколений геоморфологов, геологов и географов к последующим.

Литература

- [1] Арктика // Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская Энциклопедия, 1970. – Т. 2. Ангола - Барзас. – С. 203-205.
- [2] Ласточкин А.Н. Общая теория геосистем. СПб.: Лемма, 2011. – с. 980.
- [3] Ласточкин А.Н., Жиров А.И., Андреева Т.А. Геоморфологический атлас Арктики // Геодезия, картография и кадастры. Наука и образование. Сб. материалов III Всероссийской науч. – практ. конф. 06-08 ноября 2019 г., Санкт-Петербург / Науч. Ред. О.А. Лазебник – СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. – С. 281-283.
- [4] Федеральный закон от 30.12.2015 N 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс.

S u m m a r y. The relevance of research in the Arctic basin of the Arctic Ocean is explained by the rather realistic prospects for the development of offshore oil and gas fields on the shelf of the Arctic seas of the country. But the geomorphological study of the Arctic is slowed down by the stagnation of geomorphological science, to accelerate the theory and methodology of which the content of this atlas is directed. At this stage of the work, the layout of the atlas was developed, and previously, almost all the necessary graphic materials were vectorized in such software products as Inkscape and MicroStation. The layout itself was created in the Adobe InDesign layout software. The layout is presented in *.indd format, in case of further improvements, as well as in *.pdf format for easy viewing and further printing.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В АРКТИКЕ И КОРЕЕ

Ким Чжа-Ён

Пай Чай университет, г. Дэдэжон, Рес. Корея. ruslove@daum.net

ARCTIC CLIMATE CHANGE AND KOREA

Kim, Ja Young

Pai Chai university, Daejeon city, Rep. of Korea ruslove@daum.net

Аннотация. В последнее время мир страдает от изменения климата. Изменение климата, вызванное глобальным потеплением, влияет на Арктику, и страны Земли стали находиться под влиянием изменения Арктики. Корея здесь не исключение. В этой статье исследуется взаимосвязь по изменению климата между разными регионами (особенно Кореей) и Арктике. Это имеет актуальность для эры пост-короны.

Ключевые слова: Арктика, изменение климата, Корея, глобальное потепление,

I. Введение

Во многих странах планеты в последние годы наблюдается особенно сильная климатическая аномалия. Соединенные Штаты страдают от рекордно сильных снегопадов и волн холода за последние годы. В январе 2021 года в округе Юма, штат Колорадо, США, температура упала до -41 градуса по Цельсию, а в округе Нортон, штат Канзас, до -31 градус. Это представляет собой самую холодную погоду после 1899 года. По данным Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA), это волна холода, которая наступила примерно через 120 лет.

Австралия нанесла огромный ущерб как людям, территориям, так и животным из-за нескольких крупных лесных пожаров с 2019 года по настоящее время. Япония уже давно находится под угрозой учащения землетрясений и утечек радиации, а также подвержена риску мощного цунами после землетрясения. Говорят, что на Индию безвременно напали стаи саранчи, а в следующем порядке Китай, как говорят, трепещет от беспокойства по поводу нападения этих существ, разрушающих сельское хозяйство. Таким образом, мир переживает такие климатические аномалии, как землетрясения, лесные пожары, волны тепла, холода и угроза исчезновения животных. И Корея не является исключением.

В Корее традиционно был климат 'Самхансаон (цикл из трех холодных дней и четырех теплых дней)'. Однако сильные холода и сильная жара появляются попеременно, а весна и осень становятся все короче и короче. На международном семинаре, состоявшемся в 2019 году, Национальный институт океанографических исследований Кореи заявил, что уровень моря в Корее поднял примерно на 10 см за последние 30 лет (1990-2019). Сотрудники этого института отметили, что если выбросы парниковых газов не будут сокращены, скорость повышения уровня моря может более чем удвоиться в будущем. Согласно исследованию Института океанографических исследований, при наихудшем сценарии изменения климата ожидается, что в 2100 году уровень моря на Корейском полуострове поднимется на 73 см.

Между тем изменение климата привело к таким бедствиям, как наводнения в Корее и многих других странах в 2020 году. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), количество стихийных бедствий во всем мире в 2010-х годах по сравнению с 1970-ми годами увеличилось в пять раз, а экономические потери - в семь раз. В 2020 году Корейское метеорологическое агентство заявило, что наводнения и проливные дожди в этом году были вызваны из-за «аномально высокими температурами на Северном полюсе и Восточной Сибири на севере России». Корейский научно-исследовательский и технологический институт водных ресурсов также назвал «изменения в характере осадков в связи с изменением климата» в качестве основного фактора в отчете по обзору ситуации с ущербом от наводнений внутри страны с 2017 по 2019 год. Национальное агентство по науке и метеорологии заявило, что к концу 21 века в 2019 году в Восточной Азии будет серьезный кризис осадков.

Индустриализация человечества, которая быстро росла за последние 100 лет, привела к «феномену глобального потепления» за более короткий срок, чем за долгую историю человечества, и это имеет глубокую связь с выбросами парниковых газов.

II. Изменение климата Арктики и её влияние

Арктика - регион, наиболее чувствительный к изменению климата, и в то же время изменения в Арктике влияют на всю планету. Это связано с так называемым механизмом альbedo льда. Чем меньше льда, тем больше тепла впитывает море и становится горячее. Более теплое море снова приводит к потере льда. Таким образом, Исчезновение вечной мерзлоты вызывает прямые и быстрые изменения климата Арктики, что, в свою очередь, влияет на глобальное изменение климата.

В прошлом году, как и в случае с беспрецедентными лесными пожарами в Сибири, уже невозможно прогнозировать среднесрочные и долгосрочные изменения климата, как раньше, и человечество стоит на переднем крае изучения совершенно новых механизмов. Таяние арктических льдов вызывает беспокойство по поводу появления новых вирусов, сибирской язвы и метана, с которым человечество еще не сталкивалось, что представляет собой новую опасность для человечества, переживающего эру короны.

Глобальное потепление, изменения арктического климата и таяние льда создали новые вызовы и возможности для эксплуатации арктического маршрута и доступа к ресурсам под арктической вечной мерзлотой. Между тем такое изменение также вызывает продовольственный кризис из-за стихийных бедствий, потери территории и постоянных изменений климата, в которой люди были адаптированы. Так, Проблема Арктики - это не только для одной страны, но и сфера, в которой должно интересоваться все человечество.

III. Заключение

В Корее существует мнение, что влияние изменения климата должно

быть подтверждено долгосрочными исследованиями, и даже несмотря на то, что Корея является стороной Парижского соглашения, в Корее отсутствует политический интерес и поддержка таких долгосрочных исследований. Интерес и понимание арктического пространства, которое необходимо сохранить для выживания человечества, не такие большие, как нужно. Место, где свободно общаться и продвигать обсуждения, подобное данной Конференции, и реклама результатов научно-исследовательской конференции для широкой публики, являются одним из способов для расширения осознания этой проблемы. А также в образовательных учреждениях должны иметь возможность больше создавать программ об разных вопросах Арктики для учеников.

Литература

- [1] <https://news.myseldon.com/ru/news/index/242182656> (Дата поиска 2021.02.27)
- [2] <https://sk.ru/news/o-proyavleniyah-globalnyh-izmeneniy-klimata-v-arktike/> (Дата поиска 2021.02.27).
- [3] <https://nauka.tass.ru/nauka/7734055> (Дата поиска 2021.02.26).
- [4] <https://scientificrussia.ru/articles/kak-menyaetsya-klimat-arktiki> (Дата поиска 2021.02.26).
- [5] <https://xn----8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/izmenenie-klimata-arktiki-kakie-posledstviya-nas-zhdut/> (Дата поиска 2021.02.27).
- [6] <https://news.v.daum.net/v/20210223030355600> (Дата поиска 2021. 02.25).
- [7] <http://www.ewstoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1446888> (Дата поиска 2021.02.25).
- [8] <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200816024700530> (Дата поиска 2021.02.24).

S u m m a r y. The world has been suffering from climate change lately. Climate change caused by global Warming is affecting the Arctic, and the countries of the Earth have become influenced by the Changing Arctic. Korea is no exception. This article explores the relationship of climate Change between different regions (especially Korea) and the Arctic. This is relevant for the era post-corona. Key words: Arctic, climate change, Korea, global warming

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ НА ЭКОСИСТЕМУ БАРЕНЦЕВА МОРЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.А. Петрова¹, Е.С. Дудоркин², М.Ю. Демидионов²

¹БФУ им. Канта, г. Калининград, grim.villain13@gmail.ru

²РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, edudorkin@mail.ru,
demidionovforwork@gmail.com

UTILIZATION OF EARTH REMOTE SENSING METHODS TO STUDY ARCTIC CLIMATE CHANGES IMPACT TO BARENTS SEA ECOSYSTEMS

A.A. Petrova¹, E.S. Dudorkin², M.Yu. Demidionov²

¹Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

²Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация: В данной работе изложены предварительные результаты изучения температуры земной поверхности (LST) и её корреляции с изменением климата Арктики и его последующим влиянием на экосистему Баренцева моря. Для изучения были отобраны снимки, полученные со спутника NASA Landsat 8 на участке, располагающемся на западе острова Южный, архипелага Новая Земля и снимки на острове Баренца, входящим в состав архипелага Шпицберген. Расчёт, анализ и построение графиков было произведено в программах ArcGIS Pro и QGIS 3.14.

Ключевые слова: Баренцево море, экосистема, изменение климата, Арктика, температура земной поверхности.

Введение

В XXI веке, изменение климата, стало одной из ведущих тем для всей мировой науки. Сейчас о нём говорят даже больше, чем о М-теории или исследованиях тёмной материи. Ряд крупных исследователей отмечают, что Арктика, является эпицентром самых драматичных изменений климата. Для Европы, таким центром можно считать Баренцево море. Практически всегда максимальная протяженность морского льда в нём приходится на апрель, а минимальная - на сентябрь. [5] Функционирование экосистемы Баренцева моря неразрывно связано с циклическими биогеохимическими процессами в морской среде. Пищевые цепи здесь относительно короткие и включают небольшое количество видов, но эти виды очень хорошо приспособлены к неустойчивым климатическим условиям. Численность популяций высокая, и они имеют широкий ареал обитания. Хотя подавляющее большинство этих видов сами по себе отличаются высокой устойчивостью к экстремальным условиям внешней среды, короткие пищевые цепи могут способствовать низкой устойчивости всей экосистемы к неблагоприятным факторам.

Климатические колебания связаны с Североатлантическим колебанием и Атлантического меридионального колебания. Они вызывают изменение океанических режимов в Баренцевом море по отношению к водным массам Атлантики и Арктики, что приводит к изменениям температуры воды, биомассы планктона и, следовательно, доступности кормовой базы для рыб и других морских обитателей. Ожидается, что в результате этой климатической

зависимости значительное потепление, которое наблюдалось в последние десятилетия в Баренцевом море (и которое, по прогнозам, продолжится в течение этого столетия), изменит продуктивность «живых» морских ресурсов, а также состав и функционирование экосистем [4]. Однако, в последние сорок лет изменения морской экосистемы в основном связаны с иными процессами. Эти деструктивные процессы обусловлены целой совокупностью антропогенных факторов, основным из которых является рыболовство [1].

Мониторинг состояния загрязнения экосистемы Баренцева моря, проводимый ПИПРО, показывает, что оно остается относительно чистым. Однако, в последние годы человеческий фактор становится определяющим и вносит существенные коррективы в протекание природных процессов. В случае с Баренцевым морем, существует ряд известных фактов, подтверждающих отрицательное воздействие загрязнения на биологические организмы, что отмечено по появлению различных уродств у личинок промысловых рыб. Постепенное накопление отрицательных явлений в экосистеме способно сдвинуть ее в альтернативное состояние, связанное с потерей упругости [3].

В работе рассматриваются два архипелага, где, по мнению авторов, можно идентифицировать климатические изменения – Новая Земля и Шпицберген. На их территории можно наблюдать тенденцию повышения температуры земной поверхности, что может свидетельствовать об изменении характера подстилающей поверхности. Морской арктический климат архипелага Новая Земля характеризуется неустойчивой циклонической погодой, ураганными ветрами, резкими температурными колебаниями, значительным количеством выпадающих осадков. На климат Шпицбергена влияют два океанических течения: западное течение является самым северным ответвлением залива на поверхности, доставляя относительно мягкую воду на западное и северное побережье архипелага, придавая этим районам более мягкий климат с меньшим количеством дрейфующего льда. Восточное течение Шпицбергена, напротив, приносит холодные водные массы с большим количеством дрейфующего льда от Северного Ледовитого океана на Северном полюсе бассейна, что делает восточные части архипелага немного холоднее климат, с гораздо более тяжелыми ледовыми условиями [6].

Методы исследования

Одной из климатических переменных, которую можно использовать в качестве индикатора изменения климата, является температура поверхности Земли. Этот показатель, как отмечено выше, может говорить о изменении характера подстилающей поверхности.

Расчёт, анализ и построение графиков было произведено в программе QGIS 3.14. Для расчёта температуры земной поверхности, используются спектральные каналы сенсора, то есть каналы, которые снимают в диапазоне TIR (Thermal Infrared Radiation) – 10-15 μm . Для данной работы были использованы данные спутника Landsat-8. Расчёты произведены на основании

данных канала №10 (дальний ИК – Long Wavelength Infrared, TIR-1, длина волн 10,30-11,30 μm).

Для изучения были отобраны два снимка на участке, располагающемся на западе острова Южный, архипелага Новая Земля (рис. 1) за 29.07.2015 и 21.07.2018. Территория исследования захватывает часть острова Южный и акватории Баренцево моря.

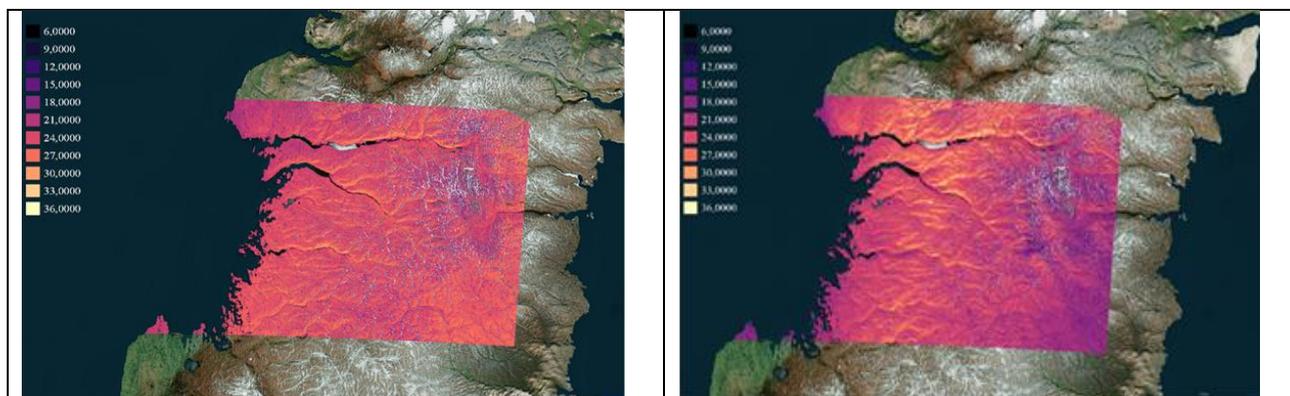


Рис. 1. Температура земной поверхности острова Южный (архипелаг Новая Земля) за 2015 (слева) и за 2018 (справа).

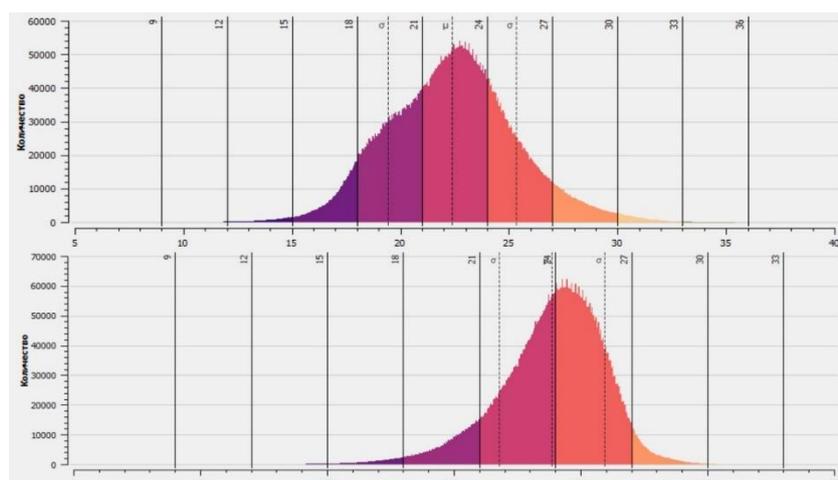


Рис. 2. Гистограмма, отображающая изменения температуры земной поверхности исходя из рисунке 1.

На первом этапе, был произведен расчет TOA spectral radiance (Watts/(m2*srad* μm)):

$$L\lambda = RADIANCE_{MULT_{BAND_{D_{10}}}} * BAND_{10} + RADIANCE_{A_{DD_BAND_1}}$$

Затем был рассчитан показатель ТВ (К):

$$TB = \frac{K2}{\ln \left[\left(\frac{K1}{L\lambda} \right) + 1 \right]}$$

, где:

TB-TOA brightness temperature (K), $L\lambda$ -TOA spectral radiance (Watts/(m²*srad* μ m)), K1-Band-specific thermal conversion constant, K2-Band-specific thermal conversion constant

Для расчёта температуры земной поверхности, была применена следующая формула:

$$LST = TB/[1 + (\lambda * TB/c2) * \ln(emissivity)]$$

, где:

λ -длина волны излучения (для 10 канала - 10.8), $c2=h*c/s=1.4388*10^{-2}$ м К = 14388 μ м К, h - постоянная Планка = $6.626*10^{-34}$ J s, s - постоянная Больцмана = $1.38*10^{-23}$ J/К, c - скорость света = $2.998*10^8$ м/s

Показатель emissivity (отражающая способность земной поверхности), был рассчитан с учётом индекса NDVI с использованием 4го (красный) и 5го (ближний инфракрасный) каналов. На последнем этапе был произведен перевод из градусов Кельвина, в градусы Цельсия, таким образом окончательная формула приняла следующий вид:

$$LST = \frac{\frac{K2}{\ln\left[\left(\frac{K1}{L\lambda}\right) + 1\right]}}{1 + \left(\lambda * \frac{\frac{K2}{\ln\left[\left(\frac{K1}{L\lambda}\right) + 1\right]}}{c2}\right) * \ln(emissivity)} - 273,15$$

В качестве еще одного участка был выбран Остров Баренца, входящий в состав архипелага Шпицберген.

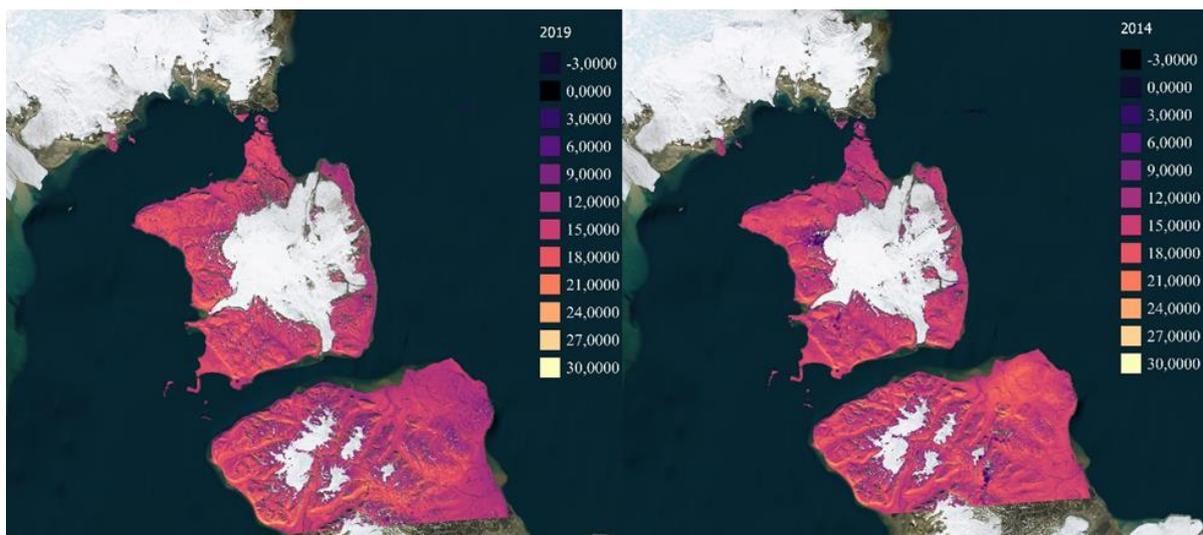


Рис. 3. Температура земной поверхности острова Баренца (архипелаг Шпицберген) за 2019(слева) и 2014 (справа).

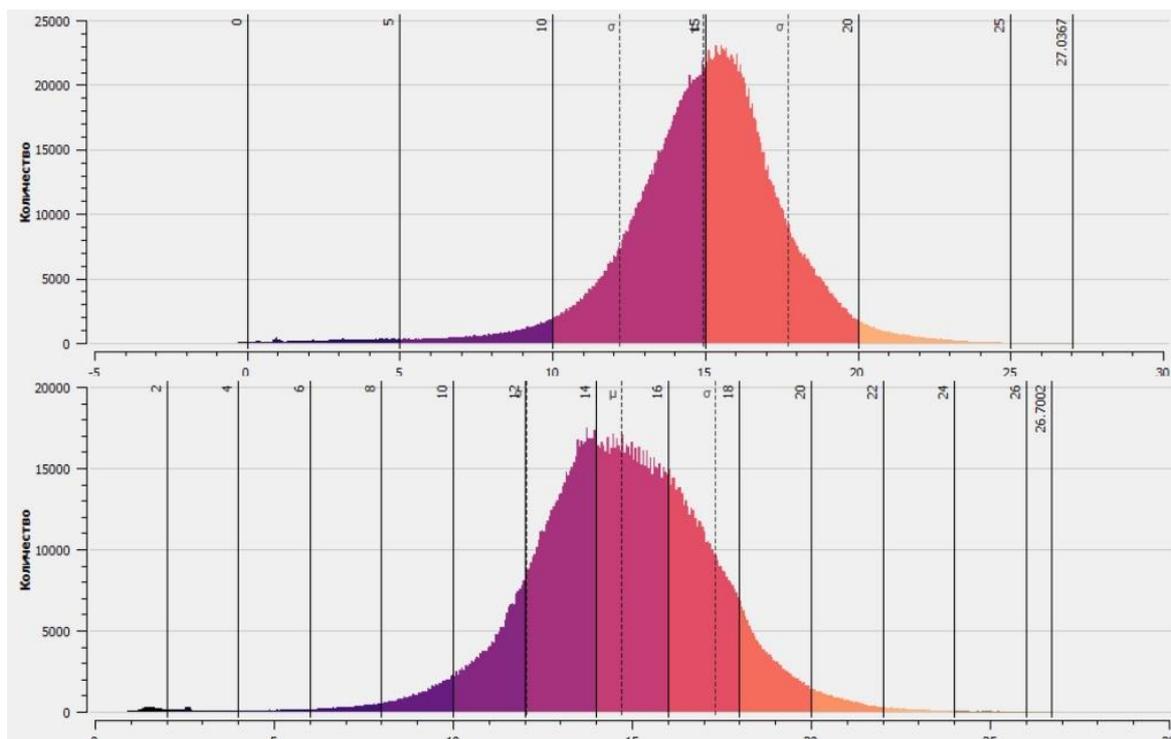


Рис. 4. Гистограмма, отображающая изменения температуры земной поверхности исходя из рисунке 3.

Обсуждение полученных результатов

Анализ полученных снимков показал, что тенденции к повышению температуры земной поверхности – есть (в особенности это наглядно видно на гистограмме, отображающей изменения температуры земной поверхности на острове Баренца (рис. 4)), однако для утверждения данного факта, необходимо производить полный анализ, усредняя месячные и дневные показатели, за последнее десятилетие.

Заключение

Уникальная экосистема Баренцева моря находится под угрозой из-за разрушительной деятельности. Суровые климатические условия вкупе с короткими и простыми пищевыми цепями делают её особенно чувствительной к таким воздействиям, как загрязнение химикатами и углеводородами. Добыча промысловых рыб и охота на морских млекопитающих, подвергают экосистему Баренцева моря серьёзным испытаниям. Нельзя забывать и про включает транспортировку товаров, нефти и газа. В последние годы интерес сосредоточен на вероятной реакции экосистемы Баренцева моря на будущее изменение климата и закисление океана.

К изменению климата по большей части приводит парниковый эффект, что впоследствии является главной причиной таяния льдов. Тенденция к уменьшению ледяного покрова на большей части Арктики наблюдается с момента начала спутниковых измерений в 1979 году. Морской лед играет важную роль в радиационном балансе на Земле, как следствие, он влияет на

изменение температуры земной поверхности. Заснеженный морской лед может отражать почти 80% поступающей солнечной энергии, тогда как открытая вода поглощает 90%. Таким образом, потепление Арктики может привести к таянию морского льда, что, в свою очередь, приведет к потреблению большего количества энергии, а Арктика станет еще теплее [4].

Кроме того, некоторые экосистемы и виды полностью зависят от морского льда. Некоторые морские организмы живут только в покрытых им водах, а киты, тюлени и белые медведи зависят от него на протяжении всего своего жизненного цикла.

Знание естественного фонового состояния среды позволит правильно оценить направленность и глубину усиливающегося антропогенного воздействия, уровень упругости экосистем, а также предсказать последствия и выработать рекомендации по сохранению целостности природной среды и биосферы путем оптимизации хозяйственной деятельности человеческого общества и регламентации ресурсосбережения [2].

Литература

- [1] *Матишов Г.Г.* Антропогенная деструкция экосистем Баренцева и Норвежского морей. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1992. – 112 с
- [2] *Несветова Г.И.* Автореферат к диссертации на тему «Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря»
- [3] Catastrophic shifts in ecosystems/Scheffer M., Carpenter S., Foley J.A., Folke K., Walker B.//Nature (Gr. Br.). - 2001. -V. 413, N 6856.- P. 591 596.
- [4] *Koenigstein S.* (2020) Arctic Marine Ecosystems, Climate Change Impacts, and Governance Responses: An Integrated Perspective from the Barents Sea. In: Pongrácz E., Pavlov V., Hänninen N. (eds) Arctic Marine Sustainability. Springer Polar Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28404-6_3
- [5] Sea ice extent in the Barents Sea and Fram Strait URL: <http://www.mosj.no/en/climate/ocean/sea-ice-extent-barents-sea-fram-strait.html>
- [6] Svalbard: climate and weather URL: <https://www.spitsbergen-svalbard.com/spitsbergen-information/climate.html>

S u m m a r y. This paper presents the preliminary results of the study of the earth's surface temperature (TP) and its correlation with the Arctic climate change and the subsequent impact on the Barents Sea ecosystem. For the study, we selected images obtained from the NASA Landsat 8 satellite in the area located in the west of the Southern island of the Novaya Zemlya archipelago, and images on the Barents Island, which is part of the Svalbard archipelago. The calculation, analysis, and plotting were performed in the ArcGIS Pro and QGIS 3.14 programs.

KOREA-RUSSIA COOPERATION THROUGH THE KOREA-RUSSIA COOPERATION

Ra, Mi-Kyoung

Seowon University, Korea-Siberian Center, Republic of Korea

КОРЕЙСКО-РОССИЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Ра, Ми-Кен

Сеовонский университет, Корейско-Сибирский центр, Республика Корея

Abstract. This paper analyzes the Possibility of Korea-Russia cooperation through the New Northern Policy. This study intends to successfully promote the year of exchange between Korea and Russia extended until 2021 in the context of uncertainty and unpredictability of the COVID 19, and to forecast Korea-Russia cooperation relations by examining the progress of the New Northern Policy 9 BRIDGE.

Key Words: Korea-Russia cooperation, Energy Strategy 2035, New Northern Policy, 9-Bridge.

Introduction

2020 was the 30th anniversary of diplomatic relations between Korea and Russia. However, the expectation of the Korean government to make COVID19 the first year to create new Northern policy results faced difficulties. The Korea-Russia Free Trade Agreement (FTA), which aimed to be settled in 2020, also continued to negotiate through non-face-to-face video, but the year has passed. On the occasion of the 30th anniversary of diplomatic relations between Korea and Russia, Korea and Russia declared it the “year of mutual exchange” and prepared various commemorative projects.

Due to the pandemic, the New Northern Policy could not proceed smoothly, and in October 2020, it was newly reorganized as “Nine Bridge Action Plan 2.0”.

It expanded to the fields of energy, railroad-infrastructure, ship building, port-sailing, agriculture, forestry-fisheries, health care, investment, innovation platform, culture and tourism.

Russia is motivated to develop resources due to the melting of the Arctic Ocean. Russia is strengthening security by strengthening military power with <Energy Strategy 2035> and at the same time promoting practical economic growth through resource development. Production stagnation and decline in West Siberian reserves, Russia's largest oil and gas production area, are rapidly progressing, and major stores are gradually moving toward the Siberian-Arctic direction.

Russia's Arctic development strategy is being promoted around 8 strongholds, taking into account changes in major deposits in Siberia and the Arctic. In order to secure the possibility and ease of Korea's advance into the Arctic, detailed analysis is needed.

Russia promulgated a decree on the definition of the territory of the Arctic Circle on May 2, 2014, establishing 8 strongholds for the development of the Russian Arctic Circle (Опорные зоны развития в Арктике), and government policies until 2025.

Therefore, this study intends to successfully promote the year of exchange between Korea and Russia extended until 2021 in the context of uncertainty and unpredictability of the COVID 19, and to forecast Korea-Russia cooperation relations by examining the progress of the New Northern Policy 9 BRIDGE.

The New Northern Policy 9 BRIDGE

The New Northern Policy promoted by the Korean government is a continental strategy that strengthens cooperation with Eurasian countries based on peace. This laid the foundation for the trilateral cooperation between South Korea-North Korea-Russia (Najin-Hasan logistics business, railroad, power grid, etc.), promoted FTA between Korea-EAEU (Eurasian Economic Union), and participated in China's 'One Belt One Road' initiative. It is a policy to institutionalize multilateral cooperation between the two countries and further connect the Korean Peninsula and Eurasia regions [1].

Currently, the government is promoting new northern target countries which are Russia, Moldova, Mongolia, Belarus, Armenia, Azerbaijan, Uzbekistan, Ukraine, Georgia, China (three northeastern provinces), Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, and Turkmenistan.

The vision of the New Northern Policy is to restore the identity of a bridged nation that connects the ocean and the continent for the northern economic community of peace and prosperity, expanding new economic spaces and opportunities, establish peace on the Northeast Asia-Korean Peninsula, a responsible community for Northeast Asia, and realize the new economic initiative on the Korean Peninsula.

As shown in (Fig. 1), 9-BRIDGE includes 1. fisheries, 2. agriculture, 3. electric power, 4. railroads, 5. arctic routes, 6. gas, 7. shipbuilding, 8. ports, and 9. industrial complexes. The Korean government attaches great importance to Korea-Russia cooperation for the development of the Arctic Circle, and is pursuing the 9-BRIDGE strategy, Korea-Russia natural gas cooperation, advancement to the Arctic route, and the polar 4th industrial technology demonstration project [2].



Fig. 1. 9-BRIDGE.

Source: Northern Economic Cooperation Committee. <http://www.bukbang.go.kr>

Korea-Russia cooperation resource development

The 9 BRIDGE of the New Northern Policy was expanded to the “9-Bridge Action Plan 2.0” and converted into energy, railway and infrastructure, shipbuilding, ports and sailing, agriculture, forestry and fisheries, health, investment, innovation platform, and culture and tourism.

The Korean government established the Northern Economic Cooperation Committee to promote the New Northern Policy and set the direction of the New Northern Policy through six general meetings of the Northern Defense. In particular, in the gas field, we agreed to extend the cooperation agreement between KOGAS and Gazprom ('16.12-19.12), continue to expand the cooperation of liquefied natural gas (LNG) between the two countries, and develop resources through cooperation between Korea and Russia. This is to build a practical strategic partnership between Korea and Russia through economic cooperation. Furthermore, it is necessary to prepare to promote cooperation between South Korea-North Korea-Russia step by step based on a trust relationship with Korea and Russia.

Among the 8 strongholds in the Siberia-Arctic Circle, which is the core of Russia's resource development, the Yamalo-Nenetskaya region is the gateway to the Arctic, and major infrastructure-related projects in the Arctic region are currently underway.

This is the only region in the Russian Arctic Circle where a huge infrastructure project has been realized. The Yamalo-Nenets Autonomous Region, which includes a development base, will be a major supplier of hydrocarbons(gas) to the Russian as well as the world market.

Russia is developing <Energy Resource Strategy 2035> for energy resource development. However, there are problems such as a lack of tangible social overhead

capital such as roads, ports, and airports. Lack of intangible social overhead capital such as institutions and laws, and experience in developing technology on the Arctic continental shelf [3].

Conclusions

As the international community's interest in Russia's Siberia and Arctic Circles for energy security in each country is growing, Russia's resource development strategy provides the basis for important information in establishing strategies for securing energy resources from the position of Korea, an energy importing country.

Last year marks the 30th anniversary of diplomatic relations between the two countries. It is a great opportunity to cooperate with Russia's Siberian-North 8 Pole resource development to realize the “New Northern Policy 9-BRIDGE” promoted by the Korean government and the “New Eastern Policy” promoted by Russia.

However, the political and security situation, such as the global pandemic and the unauthorized entry of Russian military aircraft into the KADIZ, remains a task to be solved in the military relations between Korea and Russia.

It is necessary to successfully promote the year of exchange between Korea and Russia, which has been extended until 2021, and spur public diplomacy with Russia.

References

- [1] *Kim Young-Sik*, “The History, Problems and Prospects of TSR,” 『Slavic Journal』, Vol. 18, No. 1, 2013.
- [2] Northern Economic Cooperation Committee. <http://www.bukbang.go.kr>
- [3] *Kim Hakki*, The Plan for Cooperation with Northern Countries in the Era of the 4th Industrial Revolution: Focusing on Innovative Infrastructure and New Industries, Economic and Humanities and Social Sciences Research Association Collaborative Research Series 20-42-01, 2020.

Аннотация. В данной статье анализируются возможности Корейско-Российского сотрудничества в рамках Новой Северной политики. Это исследование призвано успешно продвигать год обмена между Кореей и Россией, продленный до 2021 года в контексте неопределенности и непредсказуемости COVID 19, а также прогнозировать отношения сотрудничества между Кореей и Россией путем изучения.

Ключевые слова: Корейско-российское сотрудничество, Энергетическая стратегия 2035 года, Новая Северная политика.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЛЕДНЫХ ПОТОКОВ ОСАДОЧНОГО ВЕЩЕСТВА АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ В ЗИМНЕМ СЕЗОНЕ

А.Н. Новигатский, А.А. Ключевиткин

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, novigatsky@ocean.ru

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF UNDER THE ICE FLUXES OF SEDIMENTARY MATTER OF THE ARCTIC AND ANTARCTIC IN THE WINTER SEASON

A.N. Novigatsky, A.A. Klyuvitkin

Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Выполнена сравнительная характеристика потоков осадочного вещества под дрейфующими льдами околополюсного района Арктики и припайном льду Антарктики. С помощью метода седиментационных ловушек рассчитаны потоки осадочного вещества из подошвы морских льдов на дно. Значения подледных потоков в Арктике и Антарктике измеренные в зимнем сезоне, близки в своих средних величинах, это обусловлено схожестью условий ледовой седиментации высоких широт.

Ключевые слова: седиментационные ловушки, вертикальные потоки, рассеянное осадочное вещество, морской лед, Арктика, Антарктика.

Введение

Образование и таяние морских льдов имеет важное значение для климата и гидрологических условий среды высоких широт. Однако очень мало внимания пока обращается на то, что это также процесс глобального геохимического значения, процесс, определяющий и условия жизни, и осадкообразования в ледовых зонах. Лед захватывает химические элементы, компоненты природного и антропогенного происхождения из атмосферы, воды и берегового комплекса, а затем переносит их из областей внутреннего шельфа в открытый океан [2, 5, 14].

В Арктике многолетние морские льды являются важным геологическим фактором, влияющим на формирование осадочного покрова Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики. Основная часть морских припайных антарктических льдов в отличие от арктических паковых льдов существует только зимой. Происходит снос с Антарктического ледникового щита в океан большого количества снега, который при низких температурах воздуха не тает и образует на поверхности моря слой снежуры толщиной до нескольких десятков сантиметров. Снежура, накапливаясь на поверхности моря, смерзается и превращается в молодой лед. Впоследствии по мере увеличения толщины ледяного покрова образуется растущий антарктический припайный лед [4, 15, 16].

Регион исследований, объекты и методы

В настоящей работе представлены материалы, собранные в рамках Международного полярного года в экспедиции Института океанологии «Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция» (ПАЛЭКС <http://paicex.ocean.ru>) в апреле 2007 и 2008 гг. в Арктике [9, 11], а также в

Антарктике (рисунок) в Российской Антарктической экспедиции (46 и 48 РАЭ) на припае – напротив российских антарктических станций Прогресс и Мирный [8]. Подледные потоки осадочного вещества определялись методом седиментационных ловушек [6, 10], установленных под дрейфующими льдами на разных горизонтах. Целью экспедиций являлся сбор информации о состоянии снежно-ледово-водной системы в высоких широтах Земли.

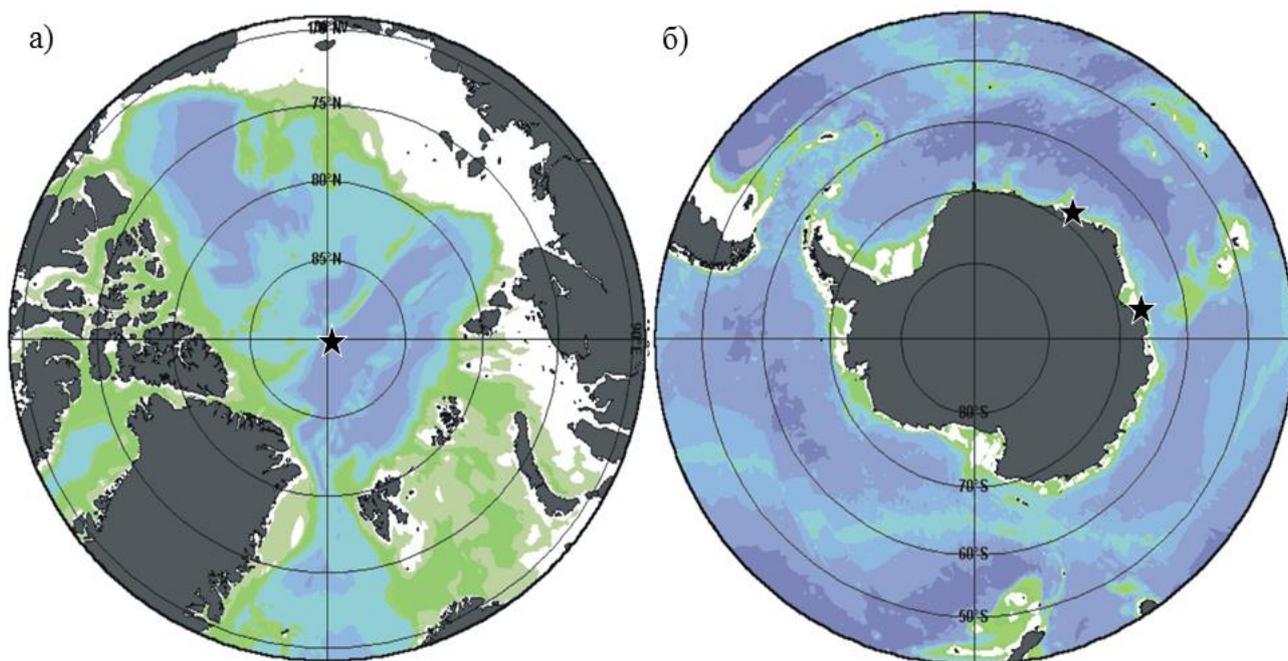


Рис. Схема расположения ледовых полигонов в Арктике (а) и Антарктике (б).

Обсуждение результатов

В условиях Арктики, по вертикальным потокам выделяется два пояса высоких значений: маргинальные фильтры рек и кромка тающих дрейфующих льдов [4]. Первый пояс характерен для всех климатических зон. Второй – только для умеренных и ледовых зон, его особенность – самые низкие значения потоков зимой под ледовым покровом. Эти две закономерности характерны для водной толщи Арктики [12].

Полученные нами прямые данные о вертикальных потоках ловушками приобретают особый интерес. Характерен состав подледных потоков рассеянного осадочного вещества на Северном полюсе в конце зимы: общий поток $37 \text{ мг/м}^2/\text{сут}$, поток органического углерода $7,4 \text{ мгС/м}^2/\text{сут}$. Эти величины согласуются с зимними значениями подледных потоков рассеянного осадочного вещества, измеренными в других районах Арктики. В среднем, для зимнего сезона, значения потоков составили: общий поток около $50 \text{ мг/м}^2/\text{сут}$, поток органического углерода $4,5 \text{ мгС/м}^2/\text{сут}$ [1, 3].

Наши измерения подледных потоков под припаем Антарктики в начале зимнего сезона показывают следующие средние значения: общий поток 43

мг/м²/сут, поток органического углерода 4.1 мгС/м²/сут [13], эти порядки величин хорошо согласуются с подобными результатами исследований наших коллег на припайном ледовом лагере в море Уэдделла [7]. Необходимо отметить, что в весенне-летний сезон потоки осадочного вещества могут увеличиваться на порядок [13].

Выводы

Значения подледных потоков в Арктике и Антарктике измеренные в зимнем сезоне, близки в своих средних величинах, это обусловлено схожестью условий ледовой седиментации высоких широт. В морских льдах одинаковы механизмы накопления осадочного материала, которые происходят в основном за счет первичного захвата взвеси новообразованным льдом, и дальнейшей биологической активности планктона внутри льдов, а также эоловой поставки материала со снегом. В дальнейшем, при таянии морского льда идет активная разгрузка накопленного материала в областях разгрузки: для Арктики – это пролив Фрама, для Антарктики – это обширная область Южного океана.

Благодарности

Обработка материала из седиментационных ловушек выполнена при финансовой поддержке РФФ № 19-17-00234; изготовление седиментационных ловушек при финансовой поддержке РФФ № 20-17-00157; приобретение подледного буйрепа при финансовой поддержке РФФИ №19-05-00787; интерпретация полученных данных осуществлялась в рамках государственного задания ИО РАН на 2021 г. по теме № 0128-2021-0006.

Литература

- [1] *Fahl K, Nöthig E-M.* Lithogenic and biogenic particle fluxes on the Lomonosov Ridge (central Arctic Ocean) and their relevance for sediment accumulation: Vertical vs. lateral transport // *Deep-Sea Research I.* 2007. Vol. 54. P. 1256-1272.
- [2] *Geological History of the Polar Oceans: Arctic versus Antarctic / Eds. Bleil U., Thiede J.* Kluwer Academic Publishers. 1990. Vol. 308. 815 p.
- [3] *Lalande C., Nöthig E.M., Somavilla R., Bauerfeind E., Shevchenko V., Okolodkov Y.* Variability in under-ice export fluxes of biogenic matter in the Arctic Ocean // *Global Biogeochemical Cycles.* 2014. Vol. 28. No. 5. P. 571-583.
- [4] *Lisitzin A.P.* Sea-ice and Iceberg Sedimentation in the Ocean: Recent and Past / Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 2002. 563 p.
- [5] *Lisitzin A.P., Shevchenko V.P.* Glacial-marine sedimentation // *Encyclopedia of Marine Geosciences / Eds. Harff J., Meschede M., Petersen S., Thiede J.* Berlin: Springer, 2016. P. 288-294.
- [6] *Lukashin V.N., Klyuvitkin A.A., Lisitzin A.P., Novigatsky A.N.* The MSL-110 small sediment trap // *Oceanology.* 2011. Vol. 51. No. 4. P. 699-703.
- [7] *Michels J., Dieckmann G.S., Thomas D.N. et al.* Short-term biogenic particle flux under late spring sea ice in the western Weddell Sea // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography.* 2008. Vol. 55. No. 8-9. P. 1024-1039.

- [8] *Nemirovskaya I.A., Novigatsky A.N.* Distribution of organic compounds and suspended matter in marine ice of the eastern Antarctic // *Doklady Earth Sciences* 2004. Vol. 397. No. 6. P. 846-850.
- [9] *Novigatsky A.N., Lisitzin A.P.* The North Pole region: first data on the snow–sea ice–ice water sedimentation system // *Doklady Earth Sciences*. 2018. Vol. 483. No. 2. P. 1534-1538.
- [10] *Novigatsky A.N., Klyuvitkin A.A., Lisitsyn A.P.* Vertical Fluxes of Dispersed Sedimentary Matter, Absolute Masses of the Bottom Sediments, and Rates of Modern Sedimentation // *Sedimentation Processes in the White Sea: The White Sea / Eds. Lisitzin A.P., Demina L.L. Environment Part II, Hdb. Env. Chem. Springer International Publishing AG*. 2018. P. 49-66.
- [11] *Novigatsky A.N., Lisitzin A.P.* Concentration, Composition, and Fluxes of Dispersed Sedimentary Material in the Snow and Ice Cover of the Polar Arctic // *Oceanology*. 2019. Vol. 59. No. 3. P. 406-410.
- [12] *Novigatsky A.N.* Dispersed sedimentary material in the snow and ice cover of the Central Arctic and its fluxes to the bottom // *The Arctic: Current Issues and Challenges / Eds. Pokrovsky O.S., Kirpotin S.N., Malov A.I. NY: Nova Science Publishers*. 2020. P. 393-404.
- [13] *Novigatsky A.N., Lisitzin A.P., Klyuvitkin A.A.* Dispersed Sedimentary Matter in the Marine Cryosystem: Snow–Drifting Ice–Icewater of the Arctic and Antarctic // *Oceanology*. 2020. Vol. 60. No. 5. P. 643-649.
- [14] *Stein R.* Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment // *Developments in Marine Geology*. Elsevier. 2008. Vol. 2. 592 p.
- [15] *Vancoppenolle M., Meiners K.M., Michel C., Bopp L., Brabant F., Carnat G., Van Der Merwe P.* Role of sea ice in global biogeochemical cycles: emerging views and challenges // *Quaternary science reviews*. 2013. Vol. 79. P. 207-230.
- [16] *Wefer G., Fischer G.* Annual primary production and export flux in the Southern Ocean from sediment trap data // *Marine Chemistry*. 1991. Vol. 35. No. 1-4. P. 597-613.

S u m m a r y. A comparative characteristic of the fluxes of sedimentary matter under the drifting ice of the circumpolar region of the Arctic and the fast ice of the Antarctic is carried out. Using the method of sedimentation traps, the fluxes of sedimentary matter from the bottom of the sea ice to the bottom were calculated. The values of under the ice fluxes in the Arctic and Antarctic measured in the winter season are close in their mean values, this is due to the similarity of ice sedimentation conditions at high latitudes.

СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Я.К. Преминина

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск,
ya.preminina@narfu.ru*

SOCIO-DEMOGRAPHIC SITUATION OF THE RUSSIAN ARCTIC

Ya.K. Preminina

Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

Аннотация. В статье проанализированы современные аспекты социально-демографических процессов населения Российской Арктики. Основное внимание в работе уделено выявлению причин устойчивого нисходящего тренда динамики численности населения. В результате исследования выявлено, что миграционный отток населения из региона, сопровождающийся ухудшением характеристик естественного воспроизводства населения, стал беспрецедентным в длительной истории заселения и освоения данной территории.

Ключевые слова: численность населения, естественный прирост, миграционный пророст.

Введение

Российская Арктика [3] на протяжении длительного времени играет важнейшую геостратегическую и геоэкономическую роль в развитии страны. Это – территория, обладающая множеством природных богатств, ценность которых на современном этапе мирового развития стремительно возрастает [2]. Но, одновременно это и - обширная малозаселенная приграничная территория. Численность населения, складываясь из комплекса самых различных демографических, экономических, географических, политических, социальных факторов, определяет во многом дальнейшие возможности развития региона.

Динамика численности населения Российской Арктики до конца XX века характеризовалась устойчивым ростом. Арктика – типичный ресурсный район, который осваивался и заселялся, в первую очередь, в связи с разработкой топливно-энергетических и рудных полезных ископаемых, лесных массивов. Существенным стимулом экономического развития района явилось его приморское положение, создающее возможности развития морского судоходства и организации производств экспортной ориентации, а также способствовавшее созданию крупных предприятий военно-промышленного комплекса, особенно в Мурманской и Архангельской областях.

Объекты и методы

Объект исследования – территории Арктической зоны России. Методы: картографический, сравнительно-географический, статистический, SWOT-анализ.

Обсуждение результатов

Освоение природных ресурсов Арктики, транспортное строительство, создание крупных предприятий по переработке добываемого сырья, а также – военных объектов при экстенсивном характере экономики было сопряжено с привлечением значительных контингентов трудоспособного населения из

других районов страны (табл. 1). Огромное значение здесь сыграли различные программы социально-экономической поддержки северян: северный коэффициент к заработной плате (так называемые «длинный северный рубль» и «полярки»), дополнительный оплачиваемый отпуск, льготы при выходе на пенсию.

Таблица 1. Динамика численности населения, % [1]

Территория/ период	1939/ 1926	1959/ 1939	1970/ 1959	1979/ 1970	1989/ 1979	2002/ 1989	2010/ 2002	2020/ 2010
Россия	116,8	108,4	110,7	106,0	107,2	98,5	98,4	102,7
Р. Карелия	173,8	138,9	109,5	103,2	108,0	99,5	89,8	95,6
Р. Коми	153,9	255,7	118,3	115,9	112,8	80,8	88,5	91,0
Ненецкий а. о.	323,1	79,9	105,4	120,5	114,2	70,6	101,3	104,8
Архангельская область	256,8	115,8	110,8	104,2	106,4	85,7	91,5	92,4
Мурманская область	909,4	195,2	140,7	120,8	118,8	77,8	89,2	93,4
Р. Саха (Якутия)	142,9	117,9	136,3	126,3	128,9	87,8	101,0	101,4
Чукотский а. о.	159,4	216,9	216,7	131,3	118,6	34,2	93,9	99,6
Ямало-Ненецкий а. о.	243,7	188,5	128,3	197,1	308,4	104,3	103,1	104,1
Красноярский край	131,9	111,8	114,6	107,5	112,5	97,6	95,4	101,3

В числе прибывавших мигрантов преобладала молодежь, что способствовало омоложению возрастного состава населения, и по сравнению со средними показателями по России – более высокому уровню рождаемости, более низкому уровню смертности, а, следовательно, и относительно благополучных показателей естественного прироста населения (табл. 2). Все это содействовало довольно устойчивой в течение длительного времени тенденции увеличения ежегодного прироста численности населения Российской Арктики. С конца XX века ежегодный прирост населения стал уменьшаться.

Таблица 2. Возрастная структура населения в 2020 г., % от общей численности населения [1]

Россия	Р. Карелия	Р. Коми	Ненецкий а. о.	Архангельская обл.	Мурманская обл.	Р. Саха (Якутия)	Чукотский а. о.	Ямало-Ненецкий а. о.	Красноярский край
Население моложе трудоспособного возраста									
18,7	18,4	20,2	24,5	18,6	18,6	24,5	22,4	23,9	19,9
Население в трудоспособном возрасте									
56,3	54,8	57,3	57,0	54,9	59,6	58,6	63,1	64,3	57,5
Население старше трудоспособного возраста									
25,0	26,8	22,5	18,5	26,5	21,8	16,9	14,5	11,8	22,6

Нисходящий тренд динамики численности населения региона не имеет аналогов в длительной истории заселения и освоения Арктики. Кризисная ситуация начала формироваться в 90-е гг. XX в., когда ухудшение характеристик естественного воспроизводства населения, стало сопровождаться миграционным оттоком населения. С этого времени главной составляющей в формировании населения и его структуры становится миграция (табл. 3-4). И из относительно благополучного региона, основная часть Российской Арктики превратилась в проблемный. Наиболее ярко миграционная убыль видна в Европейской части Арктики и в Чукотском автономном округе. Арктический регион России является территорией, которая постоянно «отдает» население в другие регионы страны (причем, наиболее активную в репродуктивном отношении его часть), и соответственно – и часть своего естественного прироста; происходит увеличение населения в старших возрастных группах и, - следовательно создаются предпосылки для повышения общего показателя смертности, т.е. происходит деградация демографической системы и резкое уменьшение ее демографического потенциала. Миграционный отток населения с арктических территорий ухудшает не только демографический потенциал региона, но и пагубно сказывается на качественных характеристиках экономически активного населения, т.к. основная часть мигрантов, покинувших регион, находится в трудоспособном возрасте.

Таблица 3. Динамика среднегодового естественного прироста населения, ‰ [1]

Территория/период, гг	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019
Россия	-6,3	-3,7	-0,4	-0,9
Р. Карелия	-8,5	-6,1	-2,9	-4,1
Р. Коми	-3,8	-1,8	+1,3	-0,5
Ненецкий а. о.	+1,3	+3,0	+6,0	+6,9
Архангельская область	-7,3	-4,0	-1,4	-2,8
Мурманская область	-3,3	-2,1	+0,3	-0,9
Р. Саха (Якутия)	+4,4	+5,6	+8,2	+6,8
Чукотский а. о.	+1,7	+3,0	+2,3	+2,9
Ямало-Ненецкий а. о.	+7,3	+8,9	+11,0	+9,4
Красноярский край	-4,7	-2,0	+1,1	+0,2

Таблица 4. Динамика среднегодового миграционного прироста, ‰ [1]

Территория/ период, гг	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019
Россия	+1,9	+2,3	+1,0	+1,5
Р. Карелия	-4,4	-6,1	-2,1	-1,8
Р. Коми	-10,9	-13,2	-12,0	-10,0
Ненецкий а. о.	+2,2	-2,0	-0,1	-3,5
Архангельская область	-6,8	-6,1	-8,1	-7,1
Мурманская область	-15,3	-11,7	-8,8	-5,7
Р. Саха (Якутия)	-6,4	-4,5	-8,5	-5,0
Чукотский а. о.	-36,3	-5,4	-4,8	-3,9

Ямало-Ненецкий а. о.	-0,1	-5,2	-5,1	-7,8
Красноярский край	-3,5	-2,8	+0,7	+0,4

Основной причиной столь кардинального изменения динамики численности населения в Российской Арктике явились пороговые изменения социально-экономической ситуации в стране, спровоцировавшие серьезное сокращение не только всех видов нового промышленного и транспортного строительства, но и сокращение/ликвидацию уже существующих предприятий. Например, за последние несколько лет в Архангельской области прекратили свою деятельность Соломбальский целлюлозно-бумажный комбинат, Соломбальский лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, Лесозавод №3, судоремонтный завод «Красная Кузница», несколько десятков лесозаготовительных предприятий. Данная ситуация явилась следствием стратегии экономического развития СССР, которая игнорировала эффективность конкретных производств. В результате, при относительной дешевизне рабочей силы и в условиях «комплексного» освоения Севера, миграционная политика была направлена на удовлетворение кадровых нужд, а не механизацию производства. Таким образом, Север отличался высокой степенью трудоемкости, экстенсивный рост индустрии создавал всевозрастающий спрос на трудовые ресурсы, удовлетворявшийся за счет миграции. Переориентация же хозяйства страны на рыночные отношения в 90-е годы XX века, предопределили переоценку факторов развития производства в дискомфортных климатических условиях Севера. Фактор удорожания в условиях моноструктурности экономики Арктики ограничил круг эффективных отраслей экономики, способствуя значительному сокращению числа мест приложения труда, и как следствие – росту безработицы и оттоку населения, особенно в трудоспособном возрасте.

Таблица 5. Некоторые социально-экономические показатели России и ее регионов, 2019 г. [1]

Россия	Р. Карелия	Р. Коми	Ненецкий а. о.	Архангельская обл.	Мурманская обл.	Р. Саха (Якутия)	Чукотский а. о.	Ямало-Ненецкий а. о.	Красноярский край
Соотношение среднемесячной начисленной заработной платы с величиной прожиточного минимума в IV квартале, %									
449,0	319,0	375,7	411,3	392,8	397,1	446,4	509,3	603,8	409,8
Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения)									
12,3	15,7	15,5	9,4	12,7	10,6	17,8	8,5	5,6	17,3
Уровень безработицы, %									
4,6	7,4	6,8	7,9	6,2	5,4	6,9	3,8	1,9	4,5
Удельный вес семей, состоявших на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях, в общем числе семей, процентов, %									

4,1	6,9	3,9	23,3	6,9	3,6	7,9	7,0	8,9	3,2
Ввод в действие жилых домов в год, на 1000 человек населения кв. м									
559	450	287	430	294	60	580	26	268	591
Заболеваемость на 1000 человек населения									
780,2	1165,7	1082,0	1386,2	980,2	823,1	1032,9	1149,2	1291,9	773,3
Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, км дорог на 1000 кв. км территории									
64	47	16	1,6	29	24	4	1,2	3,3	12
Потребление мяса и мясопродуктов, кг на душу населения в год									
76	71	83	-	64	77	88	44	54	83
Потребление молока и молочных продуктов, кг на душу населения в год									
234	217	245	-	194	230	278	106	178	234
Потребление овощей и продовольственных бахчевых культур, кг на душу населения в год									
108	91	91	-	85	102	69	36	79	98

Для Арктических регионов характерно также ускоренное по сравнению со среднероссийскими темпами ухудшение материального положения населения, что спровоцировало, прежде всего, - вынужденную высокую миграционную подвижность населения, особенно среди молодежи (таблица 5). Таким образом, сформировалась достаточно парадоксальная ситуация, для которой характерно несоответствие значения региона для экономики страны и уровнем жизни ее населения.

Выводы

Массовый миграционный отток населения из Российской Арктики, начавшийся в конце XX века, - весьма долговременное явление. Вместе с естественной убылью населения он предопределяет неуклонное сокращение численности населения этих территорий на обозримую перспективу.

Литература

- [1] Приложение к сборнику «Регионы России. Социально-экономические показатели»: Социально-экономические показатели по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652> (дата обращения 20.02.2021).
- [2] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., 2020. 1242 с.
- [3] Указ Президента РФ от 02.05.2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны РФ» (В редакции указов Президента РФ от 27.06.2017 № 287, от 13.05.2019 № 220, от 05.03.2020 № 164) [Элект. ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377> (дата обращения 20.02.2021)

S u m m a r y. The article analyzes the modern aspects of the socio-demographic processes of the population of the Russian Arctic. The main attention in the work is paid to identifying the reasons for the stable downward trend in the dynamics of the population. As a result of the study, it was revealed that the migration outflow of the population from the region, accompanied by a deterioration in the characteristics of natural reproduction of the population, has become unprecedented in the long history of settlement and development of this territory.

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И ПЕРЕНОСА АТМОСФЕРНОГО ТЕПЛА И ВЛАГИ НАД АКВАТОРИЕЙ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

М.В. Сериков

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, smv2578@gmail.com

CHANGES OF ATMOSPHERIC HEATH AND MOISTURE CONTENT OVER THE WATER AREA OF THE NORTHERN ATLANTIC

M.V. Serikov

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Статья посвящена выявлению изменений и трендов атмосферного влагосодержания на различных широтах североатлантического региона в различные годы. Во всем исследуемом атмосферном слое наблюдается увеличение содержания влаги до начала 2000-х годов, сменяющееся ее уменьшением, причем нелинейный тренд формируется в зимний период. Усиление глобального потепления в Арктике может быть вызвано увеличением меридионального тепло-влажнопереноса из низких широт.

Ключевые слова: атмосферный водяной пар, атмосферное влагосодержание, теплоперенос в атмосфере, температура воздуха, глобальное потепление.

Введение

Одним из важнейших компонентов радиационного режима климатической системы Земли является содержание воды в атмосфере. Пар поглощает больше тепла, чем углекислый газ, поэтому является основным парниковым газом.

Пассивные спутниковые микроволновые измерения, что дает возможность использования микроволновых спутниковых радиометров для измерения общего количества водяного пара в вертикальном столбе атмосферы (интегрального влагосодержания) [2].

Его распределение по земному шару определяется Интенсивность процессов испарение-осадки и характером атмосферного переноса определяют распределение пара на Земле. Меридиональный перенос тепла от тропиков к полюсам, который вносит основной вклад в повышение температуры в высоких широтах, также в значительной степени обусловлен перемещением водяного пара [1].

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования выбраны поля влагосодержания в вертикальном столбе атмосферы над северной частью акватории Атлантического океана, определяемые на основе регрессионных моделей соотношения между количеством водяного пара и регистрируемыми температурами атмосферы. Наибольшей надежностью отвечают оценки параметров над океаном, вследствие много меньшего инфракрасного излучения воды по сравнению с сушей.

Интегральное влагосодержание на разрезах 55°, 60° и 65° с.ш.

В настоящей работе для выявления трендов полного влагосодержания атмосферы в регионе северной Атлантики за период 1988-2019 гг.

использовались среднемесячные карты глобального распределения ТРВ (Total Precipitable Water), на основе которых строились диаграммы распределения ТРВ вдоль выбранных отрезков широтных кругов в осях «долгота-время». На рисунке 1 представлены карты глобального распределения ТРВ в августе и декабре 2019 г. Были выбраны отрезки широтных кругов на 55°, 60° и 65° с.ш., долготная протяженность которых составляет ~50°, показанные на поле ТРВ черными горизонтальными линиями.

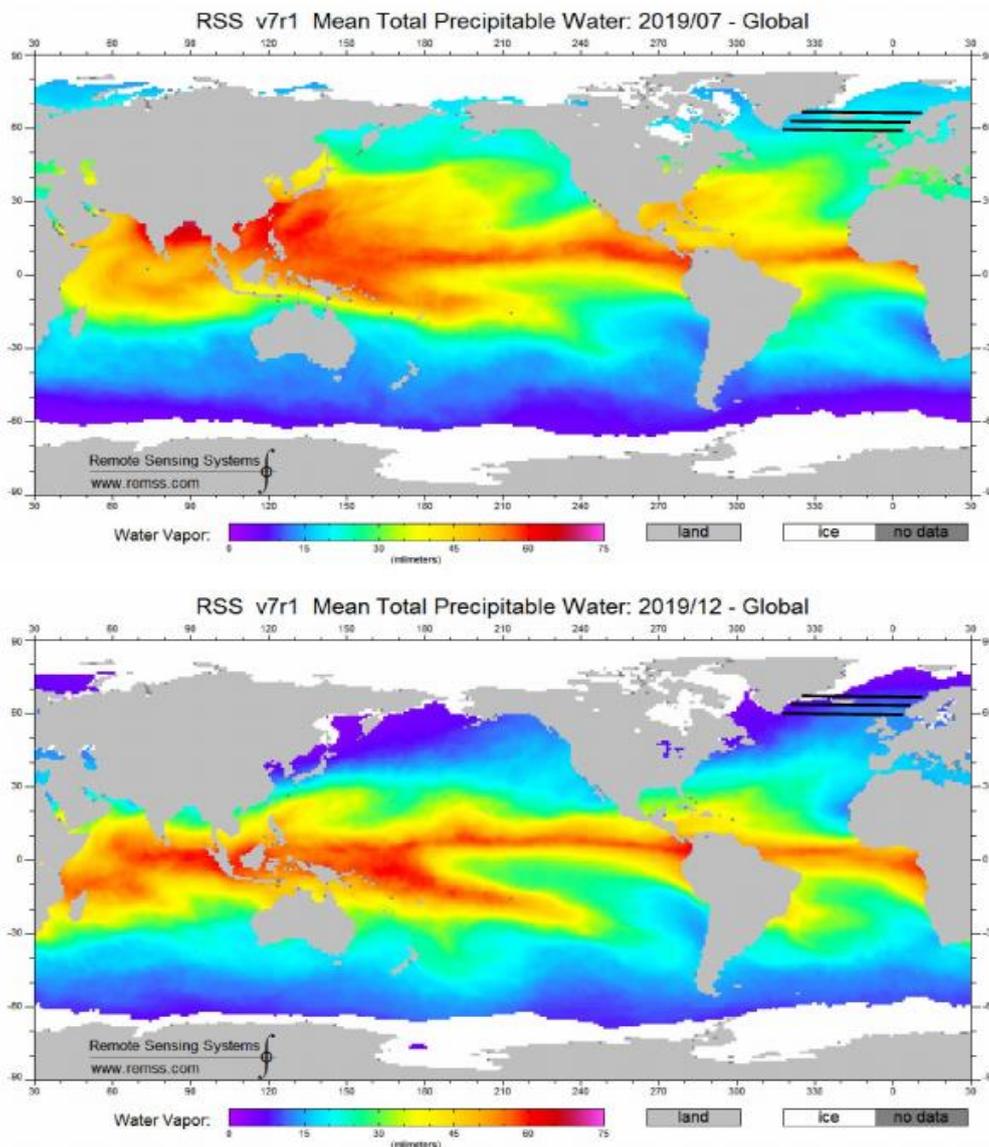


Рис. 1. Глобальное распределение интегрального влагосодержания (ТРВ) в августе и декабре 2019 г. [4].

Черными линиями показаны разрезы на 55°, 60° и 65° с.ш.

На рисунке 2 представлена диаграмма ТРВ в осях «долгота-время» для разрезов, обозначенных на рисунке 1. Такая диаграмма показывает ежемесячную эволюцию количества влаги на данной широте в течение всего 32-летнего периода спутниковых наблюдений. В среднем, при переходе от широты 55° к широте 65° уменьшение количества пара составляет около 15%.

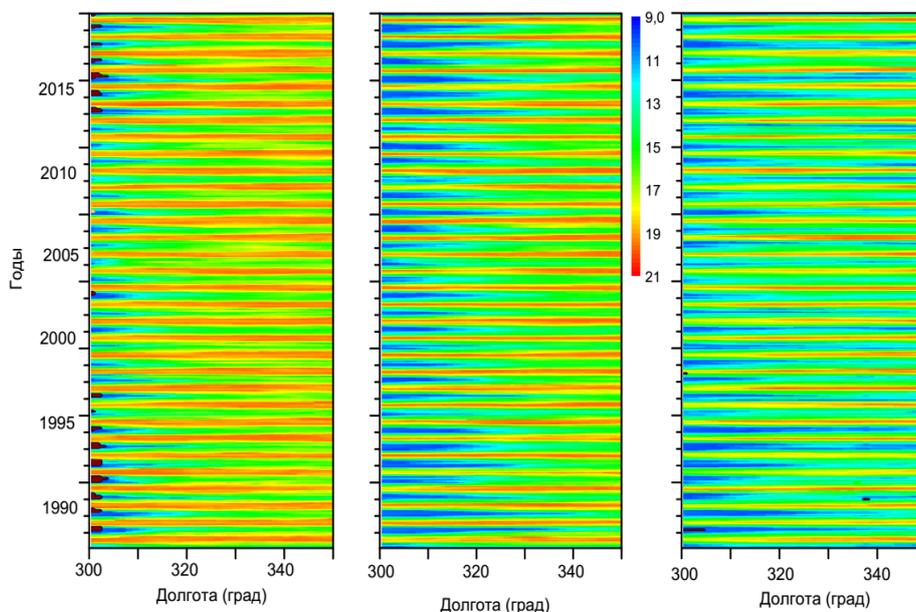


Рис. 2. Диаграммы «долгота-время» для среднемесячных значений ТРВ на разрезах 55°, 60° и 65° с.ш.

Амплитуда сезонной вариации ТРВ (рис. 3) составляет около 6 мм и возрастает с широтой. На 60° и 65° с.ш. вариации идентичны с разницей в 0.5-1 мм. На 55° с.ш. изменение становится более сглаженным так, что летний уровень практически совпадает с уровнем на 60°, а зимний примерно на 2 мм выше. Максимум влагозапаса приходится на июль-август, а минимум – на январь-февраль.

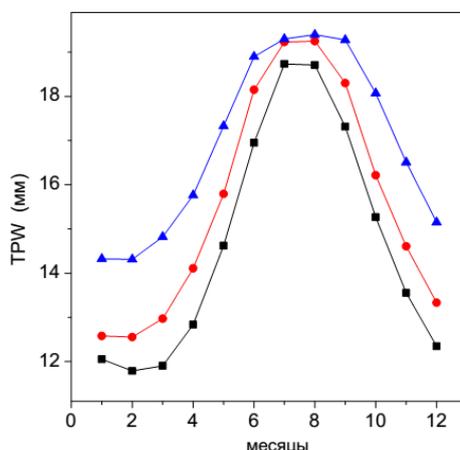


Рис. 3. Сезонный ход ТРВ на 55° (синий), 60° (красный) и 65° с.ш. (черный).

В период до начала 2000-х влагосодержание по всей высоте атмосферы имело тенденцию к увеличению во всей исследуемой области, однако после 2005 г. количество пара стало постепенно уменьшаться.

Выделяется максимум 1997 г. на 65° (и в меньшей степени на 60°), который совпадает по времени с чрезвычайно интенсивным событием Эль-Ниньо. В то же время, на широте 55° проявления сильного Эль-Ниньо 1997 г. нивелируется.

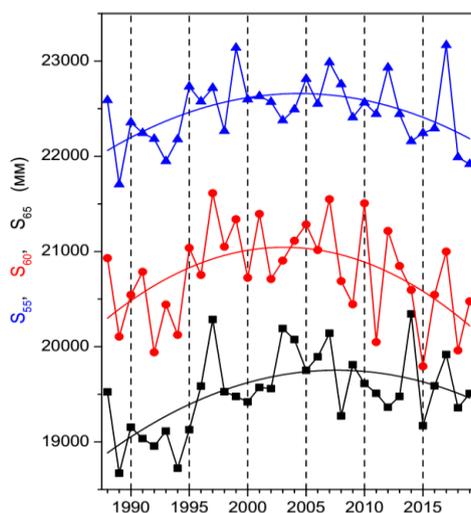


Рис. 4. Годовые значения TRW, просуммированные по долготному диапазону разрезов на 55° (синий), 60° (красный) и 65° с.ш. (черный).

Для определения сезонов, в которые преимущественно формируются долговременные тренды, были построены ряды годовых сумм TRW, просуммированные по всему долготному диапазону каждого разреза отдельно для зимы и для лета. На рисунке 5 представлены графики для июля-августа и января-февраля (рис. 5б).

В зимний период наблюдается долговременное изменение: постепенное увеличение влагосодержания с 1988 г. до начала 2000-х во всей области широт и затем некоторое его уменьшение, которое происходит несколько быстрее на низких широтах.

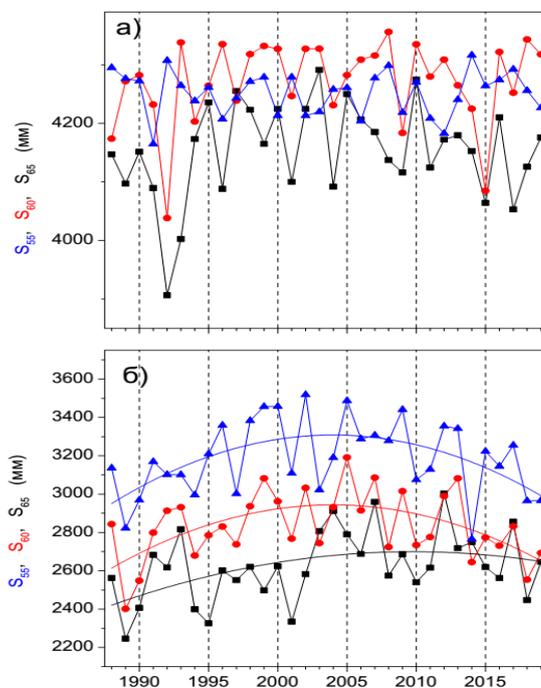


Рис. 5. Суммарные годовые значения TRW (а) в июле-августе и (б) в январе-феврале на 55° (синий), 60° (красный) и 65° с.ш. (черный).

В Арктике под влиянием увеличения меридионального переноса тепла и влаги из низких широт глобальное потепление усиливается [4].

Выводы

Изменение знака тренда может свидетельствовать об уменьшении вклада меридионального переноса тепла и влаги в полярное усиление глобального потепления после 2000 года.

До начала 2000-х влагосодержание постепенно увеличивалось, а затем проявилась тенденция к уменьшению. Нелинейный тренд формируется в зимние месяцы.

Благодарности

Научный руководитель работы – доктор физ.-мат. наук Р.Ю. Лукьянова.

Литература

- [1] *Алексеев Г.В., Кузмина С.И., Уразгильдеева А.В., Бобылев Л.П.* Влияние атмосферных переносов тепла и влаги на потепление в Арктике в зимний период // *Фундаментальная и прикладная климатология*, 2016, т. 1, с. 43-63.
- [2] *Шарков Е.А.* Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы: в 2 т. / Т. 1.- М.: ИКИ РАН, 2014. 544 с.
- [3] *Trenberth K.E., Fasullo J.* An apparent hiatus in global warming? // *Earth's Future*, 2013, 1, 19–32, doi:<https://doi.org/10.1002/2013EF000165>.
- [4] www.remss.com, Remote Sensing Systems.

S u m m a r y. The article is devoted to identify changes and trends in atmospheric moisture content at different latitudes of the North Atlantic region in past years. An increase in moisture content is observed until the early 2000s in the entire surveying atmospheric layer, followed by a decrease. A nonlinear trend forms in winter. An increase in global warming in the Arctic may be caused by an increase in meridional heat and moisture transfer from lower latitudes.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LIMNOLOGY AND HYDROLOGY

УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ ОЗЕР ЧЕБАРКУЛЬ И УВИЛЬДЫ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Давыденко¹, Е.Д. Серебрякова¹

¹*Российский, государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург
davydenko091@gmail.com*

LEVEL MODE OF LAKES CHEBARKUL AND UVILDY (CHELYABINSK REGION)

E.V. Davydenko¹, E.D. Serebryakova¹

¹*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg*

Аннотация. Приведены результаты обобщающего анализа уровня режима озер Чебаркуль и Увильды. Построены и проанализированы хронологические графики хода средних годовых уровней воды исследуемых озер. Выполнен статистический анализ рядов. Выявленные линейные тренды оценены на значимость.

Ключевые слова: озеро, уровеньный режим, климат, изменчивость.

Введение

Озера являются уникальными водными объектами и имеют важное экономическое и экологическое значение. Они служат накопителями чистой пресной воды, выполняют функцию регулирования поверхностных и подземных вод.

Челябинская область расположена на восточных склонах Южного Урала и прилегающих территориях Зауральской низменности. В Челябинской области расположено более 3,2 тыс. озер и искусственных водоемов общей площадью около 2,6 тыс. км² (озерность 2,95%), в том числе около 1,7 тыс. озер площадью более 0,01 км² и ряд озер меньшего размера.

Климат рассматриваемой территории умеренно континентальный. На его формирование существенно влияют Уральские горы, создающие препятствие на пути движения западных воздушных масс. Также велико влияние на климат морских воздушных масс, несущих влагу с Атлантического океана.

Целью настоящей работы является анализ временных рядов уровней воды для выявления закономерностей в их колебаниях и статистических особенностей в рядах уровней воды, которые могут быть следствием влияния изменяющегося климата. Из публикаций на эту тему можно отметить [1, 2, 3].

Объекты и методы

В качестве объектов исследования были выбраны крупнейшие озера Челябинской области Чебаркуль и Увильды (табл. 1).

Материалом для исследования послужили данные многолетних инструментальных наблюдений за уровнем воды.

Таблица 1. Основные сведения об исследуемых озерах

№ п/п	Озеро — пост	Период наблюдений	Площадь озера, км ²	Площадь водосбора, км ²	Удельный водосбор	Амплитуда, см
1	Чебаркуль – г. Чебаркуль	1940—2016	19,8	169	8,53	38
2	Увильды – пос. Увильды	1945—2016	68,1	196	2,88	28

Для оценки многолетней изменчивости уровней воды на исследуемых озерах анализировались данные о средних годовых значениях уровня воды. Для оценки климатических изменений использовались данные наблюдений по ближайшей метеорологической станции Златоуст (табл. 2).

Таблица 2. Основные сведения о метеостанциях

№ п/п	Индекс ВМО	Название метеостанции	Период наблюдений		Высота станции, м БС
			температура	осадки	
1	28630	Златоуст	1936—2019	1936—2015	532

База исходных данных была сформирована с использованием Гидрологических ежегодников, базы данных «Основные гидрологические характеристики озер ЕТР» (ГГИ) и информационного ресурса meteo.ru.

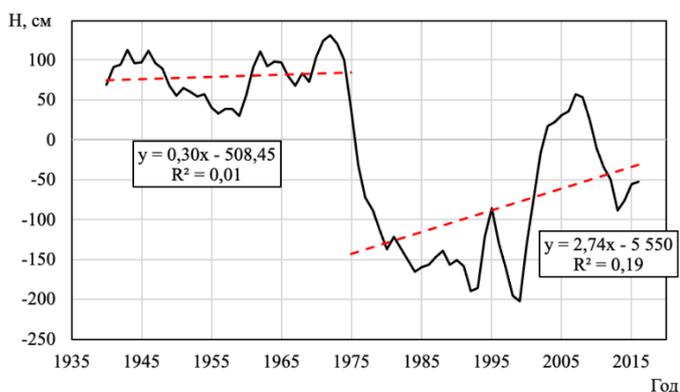
Однородность рядов значений средних годовых уровней воды озер оценивалась по критериям Фишера и Стьюдента. Для оценки линейных трендов использовался критерий значимости выборочного коэффициента корреляции (R). Гипотеза об отсутствии тренда не опровергалась, если выполнялось условие $|R| < t_{2\alpha} \sigma_R$, при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ [4].

Обсуждение результатов

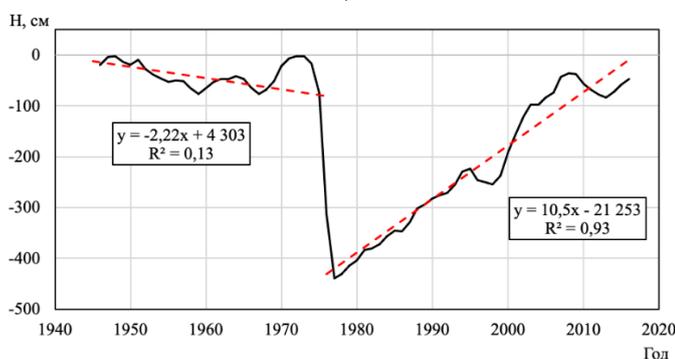
Установлено, что ряды средних годовых уровней озер Чебаркуль и Увильды являются неоднородными по критерию Фишера. Ряд уровней на озере Чебаркуль неоднороден еще и по дисперсии. Для анализа уровня режима выбранных водоемов и выявления линейных трендов были построены хронологические графики хода средних годовых значений уровня воды (рис. 1).

На озере Чебаркуль до 1975 года наблюдается незначимый тренд на повышение. За этот же период на озере Увильды выявлен значимый тренд на понижение. После 1975 года на обоих озерах наблюдаются значимые тренды на повышение уровней воды. На полученных хронологических графиках наблюдается резкое понижение уровня воды в 1975-1976 годах на обоих озерах. Это связано с тем, что в 1975 году в течение теплого периода сохранялся дефицит осадков при повышенном температурном фоне, что привело к сильной засухе. На хронологическом графике средних температур воздуха и сумм осадков за теплый период (V-IX месяцы) видно резкое уменьшение осадков на

фоне высокой средней температуры воздуха в 1975 году (рис. 2). На хронологическом графике средних годовых уровней воды озера Чебаркуль отмечаются маловодные годы (1952, 1958, 1975, 2010), что согласуется с результатами, представленными на рисунке 2. На озере Увильды отмечаются маловодные годы в те же периоды.



а)



б)

Рис. 1. Хронологические графики хода средних годовых уровней воды озер а) Чебаркуль, б) Увильды.

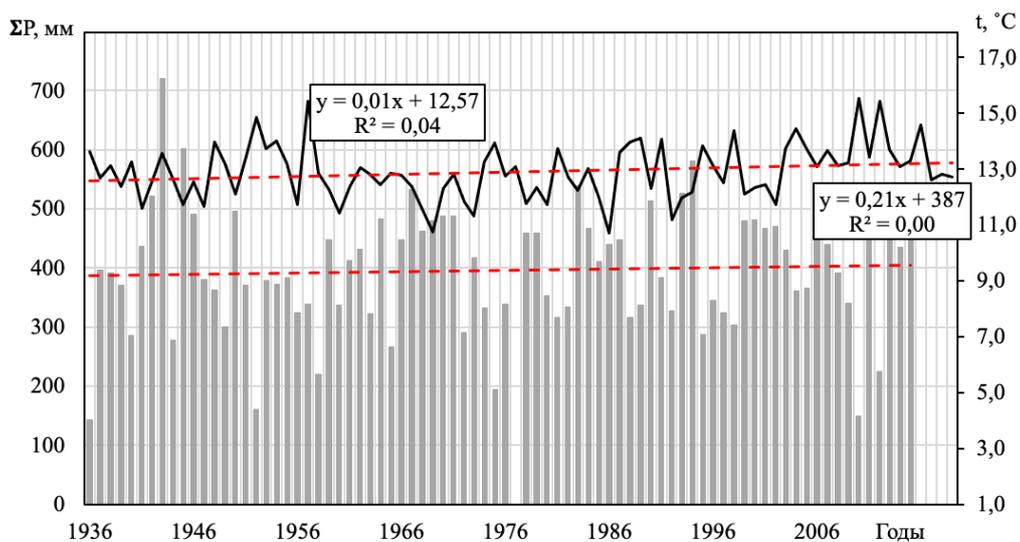


Рис. 2. Хронологические графики хода средних температур и сумм осадков за теплый период года.

Анализ данных инструментальных наблюдений за климатом и уровнями озер свидетельствуют о доминирующем влиянии климатических факторов. При этом большое влияние на особенности изменений уровня воды озера Увильды оказывают антропогенные факторы (наполнение водохранилища, забор воды на хозяйственные нужды). В результате засухи 1975 года в Аргазинском водохранилище случился дефицит воды. Для того, чтобы наполнить его водой от озера Увильды был прорыт канал до самого водохранилища с целью водоснабжения. Вследствие, чего озеро Увильды сильно пострадало. Уровень воды понизился более, чем на 4 метра и лишь к 2008 году смог восстановиться.

Выводы

На основе анализа данных длительных наблюдений климата на водосборах озер Чебаркуль и Увильды выявлено доминирующее влияние климатических факторов и значительное влияние антропогенных факторов на их уровеньный режим.

По данным инструментальных измерений уровни воды исследуемых озер имеют существенный нестационарный характер.

Изучение особенностей уровеньного режима озер представляет интерес при долгосрочном прогнозировании, а также при расчете максимальных уровней воды различной обеспеченности.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, № FSZU-2020-0009 «Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий».

Литература

- [1] *Давыденко Е.В., Гайдукова Е.В., Дрегваль М.С.* Особенности уровеньного режима озер Кольского полуострова. //Ученые записки РГГМУ, 2020, №61, с. 437-445.
- [2] *Филатов Н.Н., Назарова Л.Е., Георгиев А.П., Семенов А.В., Анциферова А.Р., Ожигина В.Н., Богдан М.И.* Изменения и изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты // Арктика: экология и экономика. 2012, №2 (6). С. 80—93.
- [3] *Филатов Н.Н.* Изменения климата Восточной Фенноскандинавии и уровня воды крупнейших озер Европы. Петрозаводск, 1997.
- [4] *Сикан А.В., Мальшева Н.Г., Винокуров И.О.* Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб: изд-во РГГМУ, 2014. 76 с.

S u m m a r y. The results of the generalized analysis of the level regime of the Chebarkul and Uvildy lakes are presented. Chronological graphs of the course of the average annual water levels of the studied lakes have been constructed and analyzed. In 1975, during the warm period, there was a shortage of precipitation with an increased temperature background, which led to a severe drought. As a result, there was a sharp decrease in the water level in the lakes. Natural water levels recovered only by 2008. Statistical analysis of the series has been performed. Revealed significant linear trends.

МЕЗОМАСШТАБНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БЕНТОСА В ПЕСЧАНОЙ ЛИТОРАЛИ ЮЖНОГО РАЙОНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА (НА ПРИМЕРЕ БУХТЫ ПЕТРОКРЕПОСТЬ)

Д.С. Дудакова¹, М.Д. Петухова²

¹ФГБУН Институт озероведения РАН

²ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет

MESO-SCALE SPATIAL-TEMPORAL CHANGES OF BENTHOS IN THE SANDY LITTORAL OF THE SOUTHERN REGION OF LAKE LADOGA (ON THE EXAMPLE OF PETROKREPOST BAY)

D.S. Dudakova¹, M.D. Petukhova²

¹Institute of limnology RAS

²Vologda state University

Аннотация. В июне 2015 г. проведены исследования на тестовом полигоне бухты Петрокрепость Ладожского озера (Кошкинский полигон), что является продолжением многолетней серии работ по изучению суточной динамики гидробионтов данного участка акватории, начатой в 2011 г. Выполненные работы показали особенности распределения мейо- и макрзообентоса на полигоне, представленном несколькими типами биотопов. Исследовалась также суточная динамика бентоса. При изменении освещенности в характерные периоды суток (полночь, восход) отмечено перераспределение плотности бентоса, выражавшееся в перемещении в заросли макрофитов из более открытых пространств на восходе.

Ключевые слова: пространственное распределение, мейобентос, макробентос, Ладожское озеро, суточные перемещения.

Введение

Изучение пространственного распределения бентосных организмов является важным аспектом исследования донных экосистем [1, 3, 5]. Актуальным является рассмотрение пространственной структуры бентоса в мезомасштабе (уровень биогеоценозов) [1, 5, 6]. Подобные исследования позволяют более глубоко оценить особенности биогеоценозов и выявлять характерные связи между обитателями граничащих биотопов. Необходимо также учитывать наличие суточных миграций, характерных для очень многих видов гидробионтов и влияющих на пространственную структуру отдельных популяций и сообщества в целом [2].

Цель работы: выявить особенности мезомасштабного пространственного распределения зообентоса в песчаной литорали южной зоны Ладожского озера, а также установить изменения в пространственном размещении бентосных организмов в разные периоды освещенности в течение суток.

Объекты и методы

Работы выполнялись на тестовом полигоне литорали Волховской губы Ладожского озера в районе дер. Кошкино (Кошкинский полигон) [3] 23-24 июля 2015 г. Изучались особенности пространственного распределения и изменения в бентосном сообществе в разное время суток. Проводился отбор

бентосных проб по профилю протяженностью 180 м (от нулевой глубины до максимальной, достигавшей 2 м), на котором выделялись станции, расположенные через каждые 20 м (суммарно 10 станций). По профилю наблюдалась смена биотопов: открытый песчаный берег – заросли тростника – редкие заросли ежеголовника с открытыми песчаными участками – густые заросли рдеста – разреженные заросли рдеста с участками открытого дна с заиленным (глинистым) песком – заиленный (глинистый) песок. Для учета изменений бентосного сообщества в течение суток было осуществлено две серии отбора проб: в астрономическую полночь (минимальный уровень освещенности) и на восходе (момент резкой смены освещенности). Отбор проб выполнялся дайвером с помощью стальной трубки от пробоотборника МБ-ТЕ (площадь захвата 0.00125 м²). Проводился как учет мейобентосных, так и макробентосных организмов. Использование единого инструмента давало возможность производить сравнение макробентоса, несмотря на малую площадь захвата используемого пробоотборника. Применялись стандартные методы обработки проб [2]. Статистическая обработка полученных данных проводилась в программе STATISTICA.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что в структуре мейобентосного сообщества в июне 2015 г. на изучаемом участке песчаной литорали по численности и биомассе доминировали олигохеты рода *Nais* (49 и 67% N_{общ} и B_{общ}). Субдоминантами по численности выступали нематоды (31%), по биомассе – двустворчатые моллюски родов *Pisidium* и *Sphaerium* моллюски (23%). В структуре макрозообентоса также преобладали олигохеты. В доминантном комплексе были представлены виды семейств Tubificidae и Lumbriculidae (67 и 70% N_{общ} и B_{общ}). Субдоминантами по численности выступали хирономиды (25%) (максимальными показателями выделялся вид *Cladotanytarsus mancus*), по биомассе – моллюски рода *Pisidium* (17%). Общее число встреченных видов мейозообентоса составило 36 из 13 таксономических групп, макрозообентоса – 20 видов из 8 таксономических групп. Следует отметить, что по сравнению с предыдущими годами [2] на исследуемом полигоне произошла смена доминантных видов. Олигохеты *Chaetogaster langi*, остракоды *Candona candida*, кладоцеры *Monospilus dispar* и *Chidorus gibbus*, а также амфиподы *Gmelinoides fasciatus*, составлявшие в 2011-2013 гг. ядро доминантного комплекса, в 2015 г. встречались единично.

Рассмотрение пространственного распределения по профилю показало, что по мере удаления от берега и при смене биотопов наблюдались изменения в количественном развитии и структуре сообщества (рис. 1). Для мейобентоса отмечено характерное увеличение доли ракообразных и нематод по мере удаления от берега. Для макробентоса закономерной смены доминантов не выявлено. Средние значения численности и биомассы мейозообентоса были максимальны в прибрежной зоне; относительно высокие их значения отмечены также в центральной части зарослей рдестов (100-120 м от берега). К зоне открытого заиленного песка (максимальные для полигона глубины в 160 м от берега и далее)

они снижались. Для макрозообентоса отмечалось постепенное увеличение численности и биомассы по профилю вплоть до границы зоны рдестов (160 м от берега); далее происходило снижение этих показателей. Таким образом, имелось пространственное разделение максимальной плотности мейо- и макробентоса. Предполагается, что это способствует более равномерному распределению пищевых ресурсов и снижению конкурентных взаимоотношений [6].

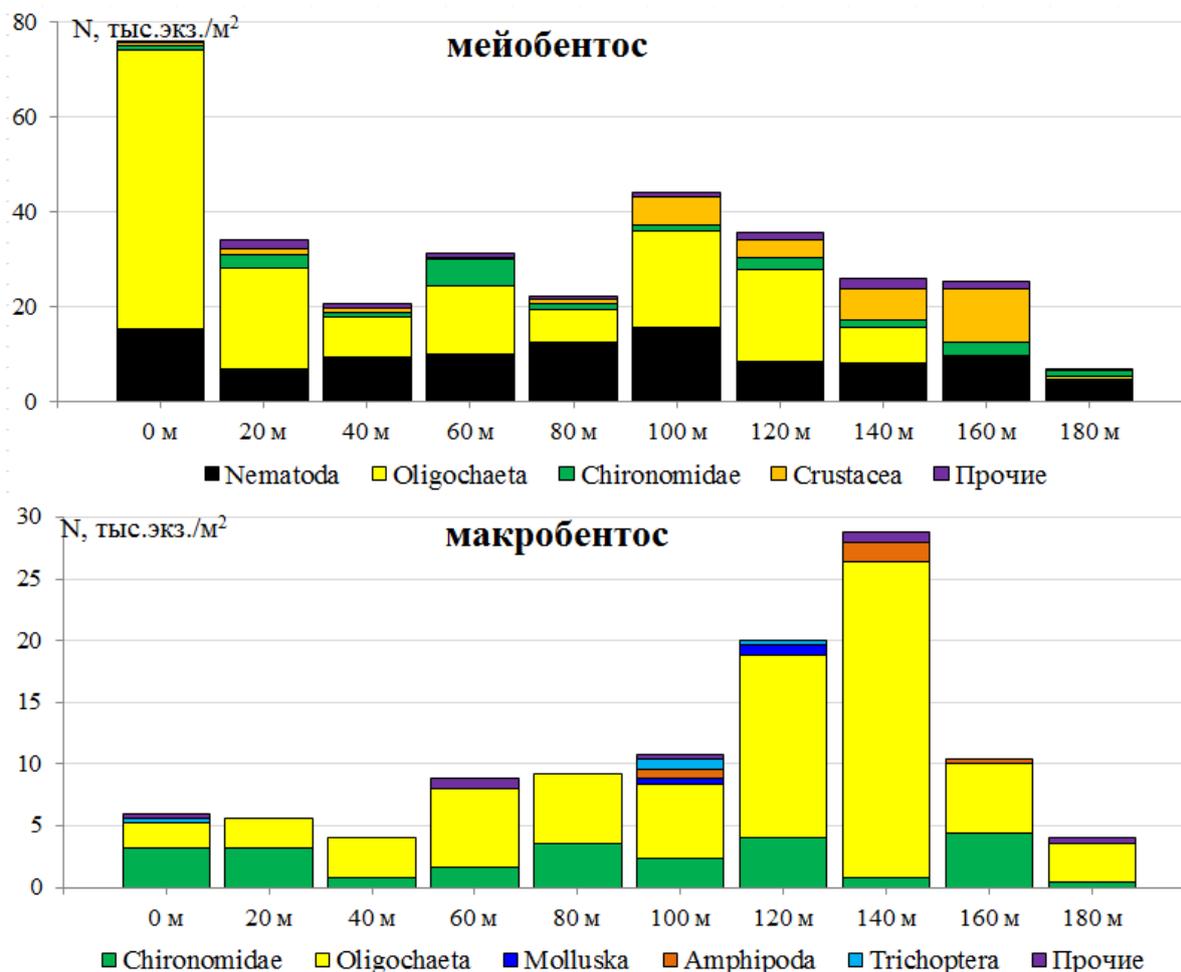


Рис. 1. Изменение численности разных групп мейо- и макрозообентоса по профилю от нулевой глубины до 2 м на тестовом полигоне (шкала абсцисс – расстояние от береговой линии до 180 м перпендикулярно берегу).

Во временном аспекте также наблюдались изменения (рис. 2). Исследования показали, что со сменой освещенности от максимально низкой в полночь к моменту резкого ее увеличения на восходе произошло перемещение бентосных организмов от самого мелководного участка с открытым песком у береговой линии и от наиболее разреженного из растительных биотопов – зарослей ежеголовника – в заросли тростников. Наименьшая изменчивость всего бентоса и отдельных групп во времени была отмечена для зарослей рдеста, где бентосные организмы сохраняли стабильную численность и структуру. На максимально удаленном открытом илисто-песчаном биотопе в мейобентосе отмечено увеличение численности ракообразных.

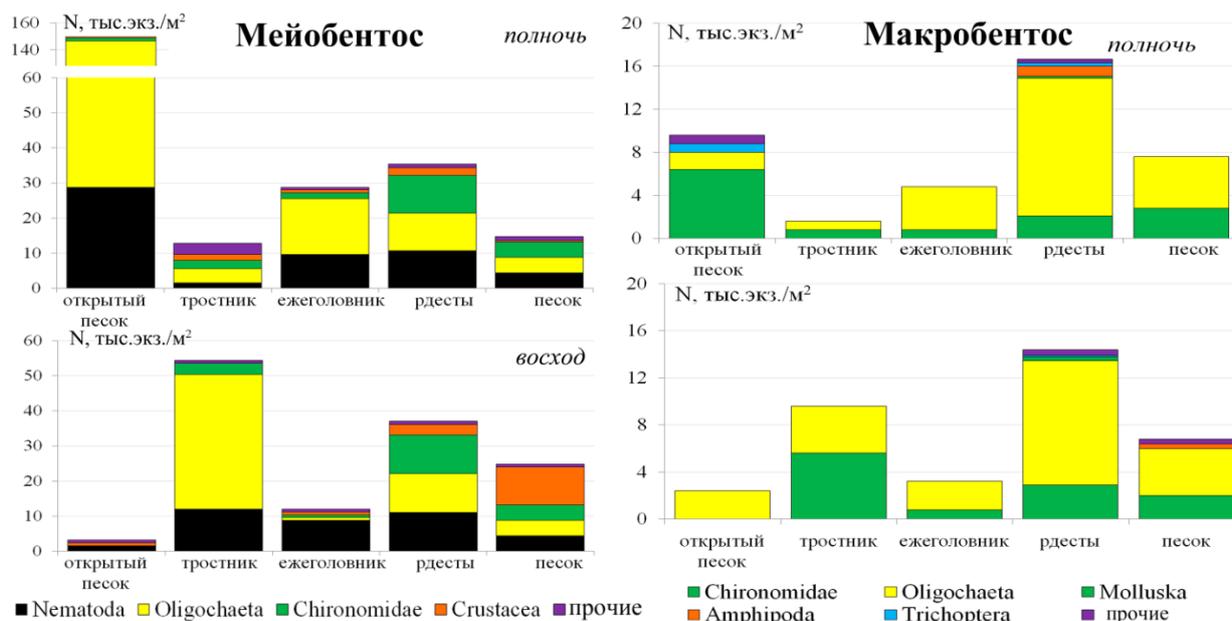


Рис. 2. Изменения численности и структурных характеристик мейобентоса в различных биотопах (по оси абсцисс показана последовательная смена биотопов от минимальной глубины к максимальной) в разные периоды суток.

Выводы

1. В 2015 г. на тестовом полигоне для изучения суточных миграций гидробионтов в Волховской губе Ладожского озера отмечено изменение доминантных видов мейо- и макрозообентоса по сравнению с предыдущими 2011-2013 гг.;
2. Изучение распределения бентоса на профиле с равномерным шагом размещения точек отбора показало различия в характере изменения плотности с увеличением глубины и сменой биотопов для мейо- и макрозообентоса;
3. Смена освещенности на восходе вызывает перемещение бентосных организмов из полностью открытых песчаных биотопов или биотопов с преобладанием разреженной растительностью в плотные заросли макрофитов;
4. Наиболее стабильны показатели численности и биомассы всего бентоса и отдельных его видов в зарослях рдеста.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

Литература

- [1] Бурковский И.В. Морская биоценология. Организация сообществ и экосистем. М: Тов-во научных изданий КМК, 2006, 285 с.
- [2] Дудакова Д.С., Родионова Н.В., Протопопова Е.В., Капустина Л.Л., Бардинский Д.С. Состав и динамика гидробионтов литорали бухты Петрокрепость Ладожского озера // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2015, № 2, С. 53-70.
- [3] Жирков И.А. при участии А.И. Азовского и О.В. Максимовой. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса. М: Т-во научных изданий КМК, 2010, 453 с.
- [4] Покаржевский А.Д., Гонгальский К.Б., Зайцев А.С., Савин Ф.А. Пространственная экология почвенных животных. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2007, 174 с.
- [5] Чертопруд Е.С. Пространственно-временная изменчивость сообщества Naupacticoidea (Copepoda) литорали Белого моря: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.00.18 / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Биол. фак. М., 2005. - 26 с.
- [6] Giere O. Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments. 2nd revised and extended edition Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg. 2009, 527 p.

S u m m a r y. In June 2015, studies were conducted at the test site of the Petrokrepost Bay of Lake Ladoga (Koshkinsky test site), which is a continuation of a long-term series of studies on the daily migrations of hydrobionts in this place, which began in 2011. The conducted studies have shown the peculiarities of the distribution of meio-and macrozoobenthos in the polygon represented by several types of biotopes. The daily migrations of benthos was studied. When the daily lighting changes in the characteristic periods of the day (midnight, sunrise), a redistribution of the benthic density was observed, which was expressed in the movement of benthos from more open spaces to the macrophytes at sunrise.

Keyworlds: spatial distribution, meiobenthos, macrobenthos, Lake Ladoga, diurnal movements

РУСЛОВОЙ ПРОЦЕСС РЕК ЯМАЛА

Д.И. Исаев

РГГМУ, г. Санкт-Петербург, 89112541832@yandex.ru

CHANNEL PROCESS OF THE YAMAL RIVERS

D.I. Isaev

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Существующие приемы расчета русловых деформаций применительно к значительным по протяжению участкам рек основаны на весьма грубых схематизациях и допущениях, недостаточно учитывающих морфологические особенности объекта, для которого они выполняются. Успешное решение задачи расчета и прогноза русловых деформаций в значительной мере зависит от наличия четких представлений о том, как происходят переформирования русла в природе, и не только на ограниченных участках, но и на участках большого протяжения, охватывающих различные взаимодействующие формы русловых образований и различные типы речных русел. В настоящей статье предложена новая методика оценки параметров речных излучин, и результаты использования методики при оценке руслового процесса рек полуострова Ямал.

Ключевые слова: речная излучина, измерители, русловой процесс.

Введение

Интенсивное освоение газовых и нефтяных месторождений на территории полуострова Ямал требует высокого качества гидрологического обоснования. Однако Ямал до настоящего времени остается слабоизученной территорией, на которой даже нет постоянной гидрологической сети. По нему очень мало картографической информации за прошлые года, а результаты гидрологических изысканий, проводящиеся в интересах различных ведомств, не систематизированы. Вместе с тем интенсивное освоение территории полуострова наряду с потеплением климата может привести к значительным изменениям в характере руслового процесса рек Ямала. При этом следует учитывать, что русловой процесс рек Ямала происходит в условиях вечной мерзлоты, что с одной стороны несколько ограничивает темпы плановых и высотных деформаций, а с другой – нарушение целостности слоя мерзлоты может спровоцировать усиление интенсивности руслового процесса. Для учета возможных изменений в русловом процессе рек полуострова нами предлагается система мониторинга измерителей речных излучин.

Объекты и методы

В теории русловых процессов ГГИ излучины принято характеризовать такими измерителями как: шаг излучины, углы входа, выхода и разворота, степень развитости и пр. Наиболее часто [1-5] при описании излучины используют отношение ее длины к шагу, которое характеризует степень развитости излучин. Р.С. Чалов [5] установил, что при $L/\lambda > 1,4$ развитие излучины прекращается. Однако, такое сочетание линейных и угловых измерителей делает процесс описания десятков и сотен речных излучин весьма трудоемким.

Нами предлагается принципиально новый подход к описанию речной излучины. Предлагается описывать излучину пятиугольником (см. рис.1). Основанием пятиугольника является линия шага излучины, соединяющая точки перегиба соседних излучин. Точка 3 располагается на максимальном удалении от линии шага излучины. Точки 2 и 4 характеризуют ширину излучины.

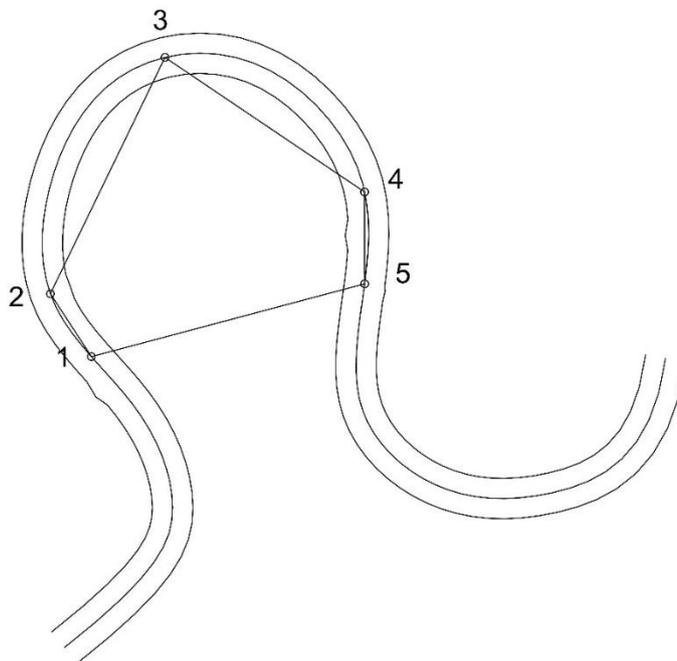


Рис. 1. Схема описания параметров излучины.

Имея координаты всех пяти характерных точек нетрудно получить набор параметров излучины, которые, по нашему мнению, достаточно подробно ее описывают (см. рис. 2).

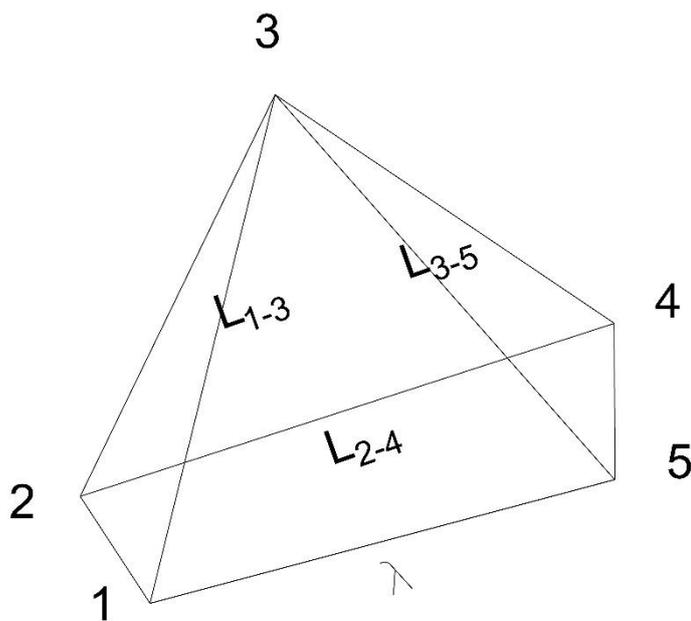


Рис.2. Предлагаемые измерители излучины.

Так, отношение длины линий 1-2-3-4-5 к шагу излуины λ весьма близко к показателю степени развитости излуины. Отношение длины линии 2-4 к λ (полнота излуины) позволяет судить о углах входа, выхода и разворота излуины. Соотношение длин 1-3 и 3-5 характеризует асимметрию излуины.

Предлагаемая методика описания излуин была опробована на 10 река Ямала — Харасавей, Мордыяха, Надойяха, Юндыяха, Тивтейяха, Пухуцяяха, Пыякосяяха, Псядыяха, Хардьяяха и Яхадьяяха. Всего по космическим снимкам было обработано более 500 излуин. По результатам измерений были рассчитаны указанные выше измерители и построены гистограммы распределения этих измерителей (см. рис. 3)

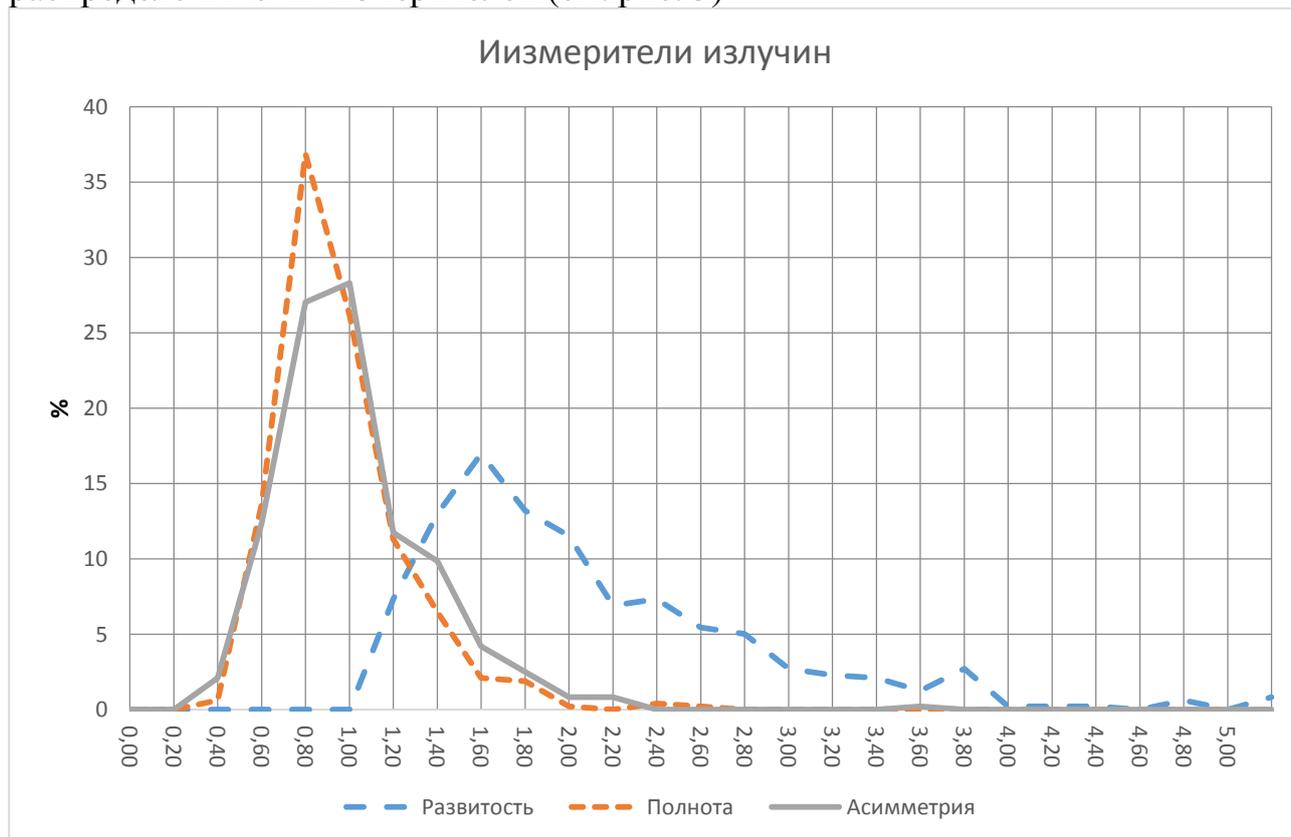


Рис. 3. Гистограммы распределения развитости, полноты и асимметрии излуин рек Ямала.

Анализ полученных данных показывает, что количество излуин исследуемых рек с развитостью в диапазоне от 1,0 до 2,0 составляет 62%.

77% исследованных излуин составляют сегментные излуины с полнотой от 0,6 до 1,0. Симметричные излуины составляют 28%, скошенные вниз по течению и скошенные вверх по течению составляют примерно равное количество – около 30%.

Обсуждение результатов

В работе приведены результаты обработки параметров излуин 10 рек полуострова Ямал по координатам характерных точек. Данный метод показал хорошие результаты, он удобен при обработке спутниковых снимков, а также позволяет представлять речные излуины как числовые ряды, которые можно подвергать статистической обработке.

Насколько точно описывает предлагаемая методика речную излучину? Как показали поверочные расчеты, относительная погрешность результатов измерений по предлагаемой методике составила 2,5-5,7%.

Статистические характеристики излучин рек Ямала свидетельствуют о том, что подавляющее большинство излучин относится к сегментным излучинам, что совершенно не типично для свободного меандрирования. Видимо, вечная мерзлота является мощным ограничивающим фактором, утрата которого может привести к резкому усилению плановых деформаций на реках Ямала.

Выводы

В настоящей работе приведены результаты обработки излучин рек полуострова Ямал предлагаемым методом. Данный метод показал хорошие результаты, он удобен при обработке спутниковых снимков, а также позволяет представлять речные излучины как числовые ряды, которые можно подвергать статистической обработке.

В работе по рядам чисел, полученных при обработке предлагаемым методом, были рассчитаны такие характеристики, как характеристики вытянутости, полноты и развитости. Оценка данных характеристик показала, что для рассматриваемых рек полуострова Ямал характерны сегментные и петлеобразные виды излучин.

Метод может быть рекомендован для оценки речных излучин

Литература

- [1] *Гладков Г.Л., Чалов Р.С., Беркович К.М.* Гидроморфология русел судоходных рек.-СПб.:изд-во ГУМРФ им адм. С.О. Макарова, 2016.-432с.
- [2] *Кондротьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса.-Л.: Гидрометеоздат, 1982.-272 с.
- [3] *Маккаев Н.И.* Сток и русловые процессы.-М.: Изд. МГУ, 1971.-116с.
- [4] *Маккаев Н.И., Чалов Р.С.* Русловые процессы.-М.: Изд. МГУ, 1979.-264с.
- [5] *Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В.* Речные излучины.-М.: Изд-во МГУ. -2004.-371 с.

S u m m a r y. The existing methods for calculating channel deformations in relation to significant stretches of rivers are based on very rough schematizations and assumptions that do not sufficiently take into account the morphological features of the object for which they are performed. This is the reason that modern methods for calculating channel deformations still do not fully meet the needs of practice. This article presents a new technique for assessing the parameters of river bends, and the results of using the technique in assessing the channel process of the rivers of the Yamal Peninsula. It is proposed to obtain the necessary parameters of the bend on the basis of the coordinates of 5 reference points selected on the center line of the meander. By the coordinates of these points, you can calculate the degree of development of the bend, evaluate its shape. A set of statistical characteristics of meanders for a river section will allow organizing monitoring of the channel process under conditions of anthropogenic or natural changes in the hydrological regime.

ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ ОЗЁР КЕЛЕЦКОГО РЕГИОНА (ЮГО – ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЛЬШИ)

П.И. Кирвель¹, А. Зелиньски², А. Хоиньски³

¹*Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова
г. Минск, Республика Беларусь, pavelkirviel@yandex.ru*

²*Университет Яна Кокхановского в Кельцах, г. Кельце, Польша, artur.zielinski@ujk.kielce.pl*

³*Университет им. Адама Мицкевича в Познани, г. Познань, Польша, choinski@amu.edu.pl*

SPECIFIC FEATURES OF SMALL LAKES IN THE KELECKI REGION (SOUTH-EASTERN PART OF CENTRAL POLAND)

P.I. Kirvel¹, A. Zielinski², Adam Choiński³

¹*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 220070,
st. Dolgobrodskaya, 23/1, Minsk, Republic of Belarus*

²*University Jan Kokhanovsky in Kielce, 25-406, st. Uniwersitetskaya, 7, Kielce, Poland*

³*Department of Hydrology and Water Management Adam Mickiewicz University Krygowskiego 10,
61-680 Poznań, Poland*

Аннотация. В юго-восточной части центральной Польши, в Келецком регионе, в районе не подвергнутому последнему оледенению, озёра встречаются очень редко. Их существование объясняется географическими факторами исследуемого региона. По генезису в южной части Келецкого региона преобладают карстовые озёра. Вместе с тем в его северо-западной части по генезису преобладают озёра эоловые. Чаще всего это небольшие по площади и мелководные водоёмы, в противовес карстовым, глубина которых может превышать 8 м. Важной особенностью карстовых озёр является значительная мощность донных органических осадков, достигающих до 10 м. Для них характерно наличие небольших плавающих островов, преимущественно сложенных торфом, толщина которых может превышать 4 м. Исследования показывают на возможность исчезновения озёр, как эоловых, так и карстовых, из-за причины понижения уровней воды, как поверхностной, так и подземной.

Ключевые слова. карстовые и эоловые озера, келецкий регион, природные ландшафты.

Введение

В Келецком регионе, который расположен в юго-восточной части центральной Польши, в поясе среднепольских возвышенностей, в районе Малопольской возвышенности [11], озёра с площадью водного зеркала более 1га встречаются редко [2]. Озёрность территории очень малая. Однако в некоторых местах водные аквены могут встречаться чаще, например, на водосборе Верной Реки [6, 7, 8]. Все эти озёра по генезису являются эоловыми. Другая большая часть озёр, расположенная в северной части Нидзянской низины, по генезису являются карстовыми.

Происходящие процессы понижения уровня поверхностных и подземных вод, увеличивающиеся периоды с дефицитом осадков, создают условия негативного влияния в природных ландшафтах. Изучение малых озёр и их значение и влияние на окружающую среду должно быть во внимании специалистов. Поэтому представленная работа имеет цель расширения знаний о эоловых и карстовых озерах в Келецком регионе.

Характеристика исследуемых объектов

К исследованию выбрано пять аквенов по эоловому и карстовому генезису. Эти озёра образовались во время последнего цикла оледенения. Три из них карстовые (Ставяны, Мочудло и Бронино), расположены на Нидзянской равнине, а два эоловые (Руда и Эльжбеты) на Предборской возвышенности. В таблице приведены морфометрические показатели исследуемых озёр, по методике представленной А. Хоинским (2007).

Таблица 1. Морфометрические показатели исследуемых озёр [1]

Параметры	Озёра				
	Ставяны	Мочудло	Бронина	Руда	Ельжбеты
Площадь, га	0,13	0,23	2	2,07	1,36
Длина, м	67	106	232	239	160
Ширина макс., м	32	37	118	139	126
Ширина средняя, м	20	21	86	86	85
Коеф. длинны	2,1	2,9	2	1,79	1,27
Длина береговой линии, м	168	249	642	640	573
Глубина макс, м	3,6	1,9	24	1,1	1,9
Глубина средняя, м	1,12	0,67	1,22	0,6	0,63
Относительная глубина	0,0316	0,0125	0,0054	0,0075	Не определено
Коеф. глубины	0,31	0,35	0,51	0,55	0,33
Коеф. открытости	0,12	0,34	1,63	3,46	Не определено
Коеф. компактности	0,0113	0,0066	0,0122	0,0060	0,0634
Объём, м ³	1466	1513	24456	12362	19925

Исследуемые озёра по площади водного зеркала небольшие, малые по средней и максимальной глубине, что естественно, имеют малые объемы воды от 1,5 до 25тыс.м³. Ложа озёр также различны. Озеро Ставяны имеет вогнутую форму, Мочудло - пирамидальную, Бронино - параболическую. Исклучительно небольшие величины коэффициента открытости, свидетельствуют о малом влиянии внешних показателей на озера. Также весьма малые величины имеет показатель компактности, что показывает на малую величину объёма воды при данных площадях. На примере озера Мочудло (8.10.2020), подтвержден случай полного отсутствия воды [3]. На низине Нидзянской находятся карстовые озёра, которые характеризуются значительно большими глубинами достигающими 8 м. Для них характерно наличие значительной толщи органических отложений до 10 м и плавающих торфяных островов толщиной до 4 м [4, 5, 13]. Острова являются территорией жизни для многих видов флоры и фауны. Из охраняемых растений можно выделить: росянку, кувшинку чисто белую и др.

Интересным фактом является то, что в расположенных в нескольких километрах от эоловых озёр карстовых, толщина льда в них различная [9,10]. На карстовых озёрах толщина льда намного превышает такую величину чем на эоловых. Это связано с тем, что общий теплозапас в маломощных донных отложениях незначителен и в более чем семь раз уступает теплозапасу в водной

массе. В мелководных озёрах зимой теплозапас сапропеля более чем на порядок больше, чем в водной массе.

В карстовом озере Мочудло и эоловом Эльжбеты эпилимнион весьма небольшой, на глубине 0,5 м, а в первом озере зарегистрировано от глубины 0,5 м до 1,0 м понижение температуры на $6,7^{\circ}\text{C}$, а для озера Эльжбеты на $8,4^{\circ}\text{C}$. Это величины высокие. Причиной является интенсивное питание озёр подземным и водами. Фактом является то, что в процессе измерений температуры воды на некоторых вертикалях проявлялись скачки до $0,5^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о пульсации стока подземных вод. Химический состав вод исследуемых озёр характеризуется очень большими различиями [12,13,14,15]. Реакция воды также различна. Вода карстовых озёр имеет величину более 8,5, воды эоловых колеблются от 4,0 до 5,0. Электропроводность в разных озерах составляет в эоловом озере Эльжбеты 0,05, а в карстовых Бронино и Ставяны 0,9 и 1,4-1,8 $\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$. Различие воды озёр, главным образом, объясняется: геологическим характером водосбора и его биоразнообразием, разным коэффициентом открытости и в значительной мере питания озерных котловин подземными водами.

Выводы

Особенностями является сам факт существования озёр в Келецком регионе, различного происхождения. Исключительность исследуемых озёр исходит из различного характера материнских пород на их водосборах. Расположенные на небольших расстояниях их донные отложения различны по мощности и количеству органической субстанции. Озёра характеризуются значительно большей разницей в химическом составе вод и являются уникальными. С одной стороны, как разные между собой, с другой характеризующиеся большими показателями некоторых коэффициентов, например, большим градиентом температуры или крайне низкой кислотностью вод, а также в них полного отсутствия воды. Озёра с небольшим количеством воды могут быть ценным убежищем для редких видов флоры и фауны, а также объектами для исследований биологов. Наличие озер подчёркивает георазнообразие и увеличивает значимость биоразнообразия. Расширение в будущем исследований малых озёр позволит получить обширные знания в области естествознания.

Литература

- [1] *Choiński A.*, 2007: *Limnologia fizyczna Polski*, Wyd. UAM w Poznaniu, s. 548
- [2] *Choiński A.* 1995: *Katalog jezior Polski. Cz. 3: Jeziora Wielkopolsko-kujawskie i jeziora na południe od linii zasięgu zlodowacenia bałtyckiego*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań 1-149.
- [3] *Choiński A., Zieliński A.*, 2020, Characteristics of selected lakes with aeolian and karst genesis in the Świętokrzyski Region, *Limnol. Rev.* (2020) 20, 2, 59-64. DOI:10.2478/limre-2020-0007
- [4] *Jaśkowski B., Soltysik R.*, 2003, Geneza i wiek jezior Pojezierza Świętokrzyskiego oraz problemy ochrony ich środowiska. [W:] VII Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna nt. Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior, Jodłowy Dwór pod Świętym Krzyżem, 9-11 października 2003, Kielce, s. 22-23.

- [5] *Jaśkowski B., Soltysik R.*, 2003, Jeziora Zorawski Ług i torfowisko na gytiovisku Wielki Ług – problem genezy jezior i ich rozwój w holocenie. [W:] VII Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna nt. Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior, Jodłowy Dwór pod Świętym Krzyżem, 9-11 października 2003, Kielce, s. 102-104.
- [6] *Jaśkowski B., Soltysik R.*, 2003a, The origin and age of the lakes of the Świętokrzyski Lake District, *Limnological Review*, Volume 3/2003, Kielce, s. 101-106.
- [7] *Jaśkowski B., Soltysik R.*, 2001, Jeziora Pojezierza Świętokrzyskiego jako ważny element sieci hydrograficznej na tle przemian środowiska przyrodniczego z uwzględnieniem wpływu antropopresji. [W:] Wpływ użytkowania terenu i antropogenicznych przekształceń środowiska przyrodniczego na elementy obiegu wody w zlewni rzecznej. T. Ciupa, E. Kupczyk (red.), Wyd. Instytutu Geografii Akademii Świętokrzyskiej. Kielce, s. 46-49.
- [8] *Jaśkowski B., Soltysik R.*, 2000, Geneza i wiek Pojezierza Świętokrzyskiego oraz walory przyrodniczo-krajobrazowe jego elementów wodno-torfowiskowo-wydmowych, W: Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych. Wyd. UMCS, Lublin s. 137-142.
- [9] *Kirvel P.* Heat reserves of lakes of Belarus. // *Limnological Review*. Sciendo, 2020 Vol.3 P. 161-171.
- [10] *Kirvel P., Zieliński A., Choiński A.*, 2012, Ice conditions of lakes in Przedborska Upland and Nida Trough, [In:] Artur Grześkowiak, Bogumił Nowak (editors) *Natura and anthropogenic transformations of lakes*, Conference materials, International Limnological Conference Natural and anthropogenic transformations of lakes, Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute, Branch in Poznań, 50-51.
- [11] *Solon J., Borzyszkowski J., Bidlasik M. et al.*, 2018, Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data, *Geographia Polonica*, Volume 91, Issue 2, pp. 143-170
- [12] *Stachura M., Wieczorek D., Zieliński A.*, 2018, An attempt at a typology of karst lakes in the Połaniec Basin (Małopolska Upland, Poland), *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, No. 15 (2018): 63–74
- [13] *Zieliński A.*, 2013, *Rozwój jezior krasowych w Niece Połanieckiej*, Wyd. UJK, Kielce, s. 186
- [14] *Zieliński A.*, 2010: Wstępne badania właściwości fizyczno-chemicznych wód jezior w Lasach Golejowskich koło Staszowa (Niecka Połaniecka), Preliminary studies of the physico-chemical properties of lake waters in Golejowskie Forests, (Połaniecka Basin). [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.) *Woda w badaniach geograficznych*, Instytut Geografii Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce, s. 253-259.
- [15] *Zieliński A., Choiński A., Machula S., Ławniczak A., Strzelczak A.*, 2020, Chemistry of bottom sediments from selected karst lakes in the vicinity of Staszów (Nida Basin), *Limnol. Rev.* (2020) 20, 2: 81-87. DOI 10.2478/limre-2020-0009

S u m m a r y. The fact of the formation of lakes of different genesis in the Kielce region during the last glaciation cycle is unique. These are small in area, shallow water bodies characterized by large differences, expressed in the difference in the chemical composition of water, the nature of the accumulation of bottom sediments, temperature and ice regimes.

МАКСИМАЛЬНЫЕ УРОВНИ ВОДЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОПАСНОСТИ РЕЧНЫХ НАВОДНЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА РОССИИ)

А.А. Мироненко¹, Е.П. Рец², Н.Л. Фролова¹

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²Институт Водных Проблем Российской академии наук, г. Москва, nastya-mir@list.ru

MAXIMUM WATER LEVELS AS THE INDICATORS OF THE RIVER FLOOD HAZARDS (IN THE CASE OF THE NORTH CAUCASUS OF RUSSIA)

A.A. Mironenko^{1*}, E.P. Rets², N.L. Frolova¹

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Water Problems Institute RAS, Moscow

Аннотация. Проведен комплексный анализ современной изменчивости максимальных срочных годовых уровней воды и повторяемости превышения уровней неблагоприятных и опасных явлений, установлены связи между максимальными уровнями и расходами паводков для рек Северного Кавказа России. Работа выполнена на основе данных, наблюдаемых на 59 гидрологических постах северокавказских рек. Оценка динамики максимальных уровней проводилась при сопоставлении периодов 1961-1990 и 1991-2017 гг. Статистически значимое увеличение математического ожидания и дисперсии максимальных срочных годовых уровней воды зафиксировано на большинстве исследуемых гидрологических постов. Установлены наиболее опасные с точки зрения повторяемости наводнений участки рек.

Ключевые слова: максимальные годовые уровни воды, статистический анализ, неблагоприятные и опасные явления, наводнения на реках, Северный Кавказ.

Введение

Сегодня наводнения на реках являются предметом многочисленных исследований [1, 4, 11], поскольку служат потенциальной угрозой населению и экономике на фоне увеличения частоты возникновения и интенсивности наводнений, в том числе на реках Северного Кавказа [6, 9] – региона с благоприятными условиями их формирования [13]. Некоторые исследователи классифицируют Северный Кавказ как регион с самой высокой степенью природной опасности наводнений [3]. Учёные обращают особое внимание на необходимость мониторинга и прогнозирования наводнений, а также подчёркивают целесообразность своевременных действий, направленных на минимизацию последствий наводнений [7, 8, 10].

Объекты и методы

Основным объектом исследования выступают реки, протекающие по территории Северного Кавказа.

Цель исследования – анализ современной изменчивости максимальных срочных годовых уровней воды и динамики повторяемости превышений уровней неблагоприятных и опасных явлений (далее – НЯ и ОЯ соответственно) северокавказских рек.

Работа проведена на основе данных, зафиксированных на 59 гидрологических постах, при сравнении двух периодов – 1961-1990 и 1991-2017

(далее – первый и второй периоды соответственно). Выбор 1990 г. в качестве граничного для двух периодов сделан с опорой на метеорологические сведения [2], а также результаты применения Pettitt-теста [12] посредством языка программирования R.

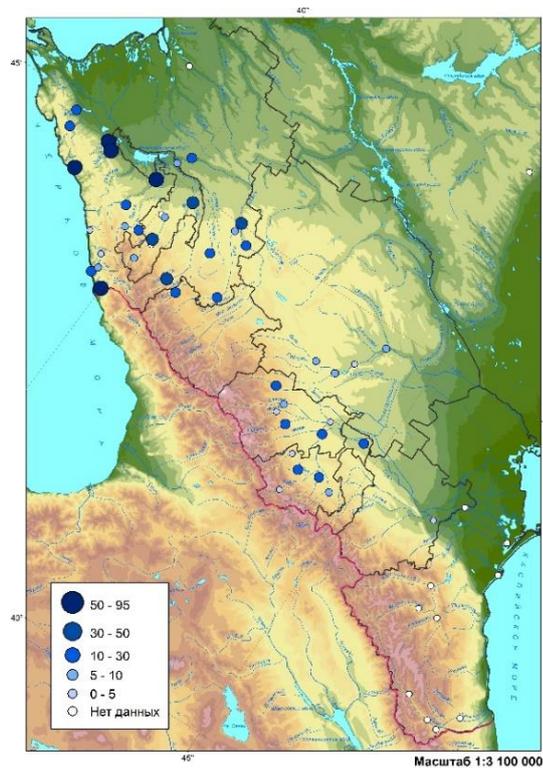
Ряды максимальных срочных годовых уровней воды подвергнуты статистическому анализу для проверки гипотез однородности и независимости рядов при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Оценка повторяемости превышения экстремальных уровней воды проведена посредством сопоставления рядов максимальных срочных годовых уровней воды с отметками НЯ и ОЯ для 44 гидрологических постов на северокавказских реках за период 1961-2017 гг.

Обсуждение результатов

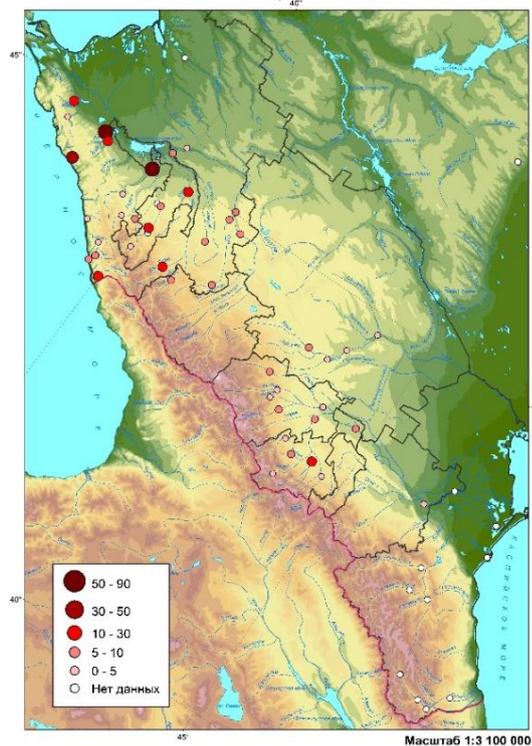
В результате применения теста Стьюдента обнаружено статистически значимое увеличение максимальных срочных годовых уровней воды от первого ко второму периоду на 35 из 59 постов. Критерий Фишера показал нарушение однородности рядов для 15 из 59 постов, на 13-ти из которых зафиксирован рост дисперсии максимальных срочных годовых уровней воды. Наибольший рост математического ожидания исследуемых рядов характерен для р. Малка в створе с. Каменноостское: он составил 25,3%. Для сравнения, минимальный рост дисперсии, зафиксированный в створе х. Стеблицкий на р. Уруп, составил 56,5% при максимальном приросте дисперсии 86,7% на р. Белая в створе с. Кора-Урсдон.

Анализ повторяемости превышения экстремальных уровней воды максимальными срочными годовыми уровнями показал, что из 44 гидрологических постов превышение отметок НЯ и ОЯ за период 1961-2017 гг. наблюдалось на 42 и 37 постах соответственно. Повторяемость превышения отметок НЯ на северокавказских реках за рассматриваемый период составляла 2-93% при числе случаев превышения от 1 до 42 раз, отметок ОЯ – 2-89% при числе случаев превышения от 1 до 40 раз (рис. 1). Наиболее часто экстремальные значения уровней (более 50% случаев за период) превышались на реках бассейна Кубани (Афипс, Убинка). Наибольшая повторяемость превышения отметок НЯ и ОЯ зафиксирована по данным поста на р. Пшиш в створе ст. Бжедуховская – 93% и 89% соответственно. Это наибольшие показатели не только в бассейне Кубани, но и на всех реках Северного Кавказа.

Максимальные срочные годовые уровни превышали отметки НЯ более, чем в 50% случаев, на рр. Мзымта и Вулан, протекающих по территории Черноморского побережья Кавказа. При этом повторяемость превышения отметок ОЯ для этих рек составила 16% и 34% соответственно. В бассейне Терека наиболее высокая степень повторяемости превышения экстремальных отметок уровней воды характерна для рек Малка и Фиагдон: частота превышения отметок НЯ составила 24% и 25%, отметок ОЯ – 9% и 18% соответственно. В бассейне Кумы повторяемость превышения отметок НЯ и ОЯ не превышала 9%.



а)



б)

Рис. 1. Частота превышений отметок НЯ и ОЯ на реках Северного Кавказа за период 1961-2017 гг.

Более чем на 50% гидрологических постов на северокавказских реках зафиксирован рост числа превышений отметок НЯ и ОЯ от первого ко второму периоду, наиболее характерный для рек бассейна Кубани и рек Черноморского побережья Кавказа. На постах в бассейне Терека и Кумы, напротив,

преобладает тенденция к уменьшению повторяемости превышений отметок ОЯ, в то время как число превышений отметок НЯ от первого ко второму периоду осталось неизменным.

Одной из возможных причин современной изменчивости максимальных годовых уровней воды и, как следствие, увеличения опасности наводнений на реках, наряду с изменчивостью климатических факторов [5] и активным развитием инфраструктуры в поймах рек [9], являются русловые деформации [9]. По данным 40 постов построены зависимости вида $Q_{max}=f(H_{max})$, на основании которых установлено наличие явных вертикальных деформаций русла в створе 9 постов. На 7 постах на рр. Терек, Малка, Кума, Баксан, Куапсе, Кубань, Уруп наблюдается аккумуляция наносов от первого ко второму периоду. Врезание русла отмечено на реках Курджипс и Лучек.

Выводы

Оценка изменчивости максимальных срочных годовых уровней воды на реках Северного Кавказа России при сопоставлении периодов 1961-1990 и 1991-2017 гг. обнаружила повсеместный статистически значимый рост математического ожидания максимальных срочных годовых уровней воды. Тенденция роста также характерна и для дисперсии исследуемых рядов большинства гидрологических постов.

На подавляющей части постов на северокавказских реках зафиксировано увеличение повторяемости превышений отметок НЯ и ОЯ от 1961-1990 к 1991-2017 гг. Наибольшая частота превышений экстремальных отметок максимальными срочными годовыми уровнями характерна для бассейна Кубани и рек Черноморского побережья Кавказа, что делает острым вопрос об усилении мер по защите населения и инфраструктуры от негативных последствий возможных наводнений.

Благодарности

Работа выполнена в рамках при поддержке грантов РФФИ №20-35-90120 и №20-35-70024.

Литература

- [1] *Асарин А.Е., Болгов М.В.* Проблема наводнений в России / Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России: сб. науч. статей. - Краснодар: ООО «Авангард плюс», 2010. – С. 210-225.
- [2] Всемирная метеорологическая организация. Руководящие указания ВМО по расчёту климатических норм [Электронный ресурс]: Электрон. журн. ВМО № 1203 – Режим доступа: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4168
- [3] *Гладкевич Г.И., Терский П.Н., Фролова Н.Л.* Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, 2012. № 2. –С. 29-46.
- [4] *Доброумов Б.М., Тумановская С.М.* Наводнения на реках России: их формирование и районирование Доброумов Б.М., Тумановская С.М.

Наводнения на реках России: их формирование и районирование // Метеорология и гидрология, 2002. – № 12. – С. 70-78.

[5] Золина О.Г., Булыгина О.Н. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России. – Фундаментальная и прикладная климатология, 2016. – Т. 1. – С. 84-103.

[6] Фалеев М.И., Черных Г.С., Старостин А.С. Оценка опасностей и угроз, обусловленных катастрофическими наводнениями, и предложения по защите населения и территорий от них // Страт. Гражд. Защ.: проблемы и исследования, 2014. – Т. 4. – №2. – С. 18-32.

[7] Demuth S, Gustard A, Planos E, Scatena F, Servat E (eds). Climate variability and change – hydrological impacts, IAHS Publications, 2006. – Vol. 308.

[8] El-Masri S., Tripple G. Natural disaster, mitigation and sustainability: the case of developing countries. International Planning Studies, 2002. – Vol. 7. – Issue 2. – Pp. 157–175.

[9] Frolova N.L., Kireeva M. B., Magritckiy D.V., Bolgov M.B., Kopylov V.N., Hall J., Semenov V.A., Kosolapov A. E., Dorozhkin E.V., Korobkina E.A., Rets E.P., Akutina Y., Dzhamalov R.G., Efremova N.A., Sazonov A.A., Agafonova S.A., Belyakova P.A. Hydrological hazards in Russia: origin, classification, changes and risk assessment. Natural Hazards, 2016. – 88. – 1. – Pp.103-131.

[10] Keskitalo E, Carina H. Climate change and flood risk management: adaptation and extreme events at the local level. Edward Elgar publishing, Cheltenham, 2013.

[11] Okada N., Kusaka T., Sassa, K., Takayama, T., Sakakibara, H. Water hazards caused by naturally occurring hydrologic extremes // Hydrological Cycle, 2007. – Vol. IV. –P. 1–10.

[12] Pettitt A.N. A Non-Parametric approach to the change-point problem. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), 1979. – Vol. 28. – No. 2. – Pp. 126-135.

[13] Rets E, Kireeva M. Hazardous hydrological processes in mountainous areas under the impact of recent climate change: case study of Terek River basin. Global Change: Facing Risks and Threats to Water Resources: proc. of the Sixth World FRIEND Conference. IAHS Publ, 2010. 340. – Pp. 126-134.

S u m m a r y. A comprehensive analysis of the current variability of the maximum water levels and the excess of the water levels of dangerous and adverse events is carried out, the relationships between the maximum levels and discharges of floods for the North Caucasian rivers of Russia are established. The research was based on data from 59 hydrological stations of the North Caucasian rivers. The assessment of the maximum levels was carried out when comparing the periods of 1961-1990 and 1991-2017. A statistically significant increase in the mathematical expectation and variance of the maximum annual water levels was recorded at most of the studied hydrological gauges. The most dangerous from the point of view of the recurrence of floods have been identified.

МИНЕРАЛОГИЯ ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Е.А. Овдина¹, Н.А. Белкина², В.Д. Страховенко¹

¹Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск,

²Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, ovdina@igm.nsc.ru

MINERALOGY OF THE SUSPENDED MATTER OF LAKE ONEGO

E.A. Ovdina¹, N.A. Belkina², V.D. Strakhovenko¹

¹Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk

²Northern Water Problems Institute, KRC RAS, Petrozavodsk

Аннотация. С помощью комплекса современных аналитических методов впервые изучен минеральный состав современного взвешенного вещества Онежского озера – на фильтрах и седиментационных ловушках. Материал взвеси на фильтрах схож в разных частях озера и представлен биогенной рентгеноаморфной массой с отдельными зернами обломочных минералов, минеральными агрегатами, чешуйчатыми образованиями слоистых силикатов и сгустками (гидро)окислов Mn и Fe и различается по содержанию мусковита, акцессорных и Mn-минералов. Минеральный состав взвешенного вещества в седиментационных ловушках из разных районов озера однообразен. На фоне тонкодисперсного материала пелитовой размерности выделяются крупные панцири диатомовых водорослей и угловатые зерна кварца, альбита и агрегаты чешуйчатой, спутанно-волокнистой микроструктуры иллита.

Ключевые слова: Онежское озеро, взвешенное вещество, минералогия; седиментационные ловушки.

Введение

Многие важные особенности образования и переноса осадочного вещества в рассеянной и растворенной его формах до настоящего времени почти не изучены [1]. Детальное изучение химического и минерального состава озерного взвешенного вещества дает информацию о структурно-текстурных особенностях осадочного вещества, вкладе эолового материала, геохимической роли биологических процессов в формировании аутигенных минералов и вкладе микрочастиц различного генезиса в формирование современного геохимического фона донных отложений континентальных водоемов.

Взвешенное вещество из озерной воды представляет собой сложную, полидисперсную, многокомпонентную систему из терригенного, биогенного и хемогенного материала алевритовой и пелитовой размерности, которые активно преобразуются в результате процессов механического разрушения, химического и биологического разложения и аутигенного минералообразования.

Цель работы – выявление особенностей минерального состава взвешенного вещества Онежского озера из воды на фильтрах и седиментационных ловушек (СЛ).

Регион исследований, объекты и методы

Онежское озеро — второй по размерам водоём Европы, расположенный в области сочленения Балтийского кристаллического щита и Русской плиты. Котловина Онежского озера имеет тектоническое происхождение. Водосбор сложен устойчивыми к абразионным процессам докембрийскими

кристаллическими и венд–фанерозойскими осадочными породами, часть которых скрыта чехлом четвертичных отложений. Олиготрофные воды Онежского озера характеризуются малой минерализацией (39–46 мг/л).

Объект исследований – взвесь из воды на фильтрах и осадочный материал из седиментационных ловушек. Работы проведены с борта НИС «Эколог». Водные образцы, пробы взвешенного материала из СЛ и пробы донных отложений отобраны в сентябре 2019 года по всей акватории Онежского озера: Большое Онего (скв. В1), Малое Онего (скв. L11, N1), Центральное Онего (скв. С4), Южное Онего (скв. S3), Уницкая губа (скв. GU-4), Лижемская губа (скв. G1), Кондопожская губа (скв. К6), Петрозаводская губа (скв. Р3), Повенецкий залив (скв. W2).

В Лаборатории палеолимнологии ИВПС КарНЦ РАН (г. Петрозаводск) сконструирован и изготовлен упрощенный вариант седиментационной ловушки УСЛ–100. Ловушка состоит из двух ПЭТФ-бутылок объемом 2 литра, диаметром 98 мм. Подготовка и установка оборудования производилась в соответствии с принятыми правилами [2]. После годовой экспозиции было поднято 17 из 20 ловушек, в трех случаях поиск пришлось отложить из-за погодных условий. Осадочное вещество из ловушек выделялось общепринятым методом прямой вакуумной мембранной ультрафильтрации с использованием ядерных фильтров с диаметром пор 0,45 мкм. На основе вертикального распределения мутности (измерения мультипараметрическим зондом STD) осуществляется отбор проб воды батометром Рутнера. Физико-химические переменные фиксировались *in situ* (*t*, pH, Eh, общая минерализация воды, CO₂, O₂). Затем проводили разделение воды на коллоидную и растворенную части методом последовательного фильтрования (0,8 и 0,45 мкм).

Исследования химического состава образцов проводились в Центре коллективного использования научным оборудованием для многоэлементных и изотопных исследований СО РАН, г. Новосибирск. Методом атомно-абсорбционной спектрометрии в пробах определялись значения концентраций микро- и макроэлементов на спектрометре «Solaar M6» (Thermo Electron, Великобритания), а также методом ICP-MS на спектрометре Agilent 7500a (Agilent Technologies, USA). Рентгеноспектральным флуоресцентным анализом на спектрометре «ARL-9900-XP» (Applied Research Laboratories, США) – макроэлементный состав. С помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) «MIRA 3 TESCAN» (Tescan, Чехия), снабженного энергетическим спектрометром «OXFORD» (Oxford Instruments, Великобритания) происходило изучение морфологии и фазового состава образцов. Методом рентгеновской дифрактометрии (XRD) - минеральный состав на дифрактометре «ARLX'TRA» (излучение CuK α) (Thermo Fisher Scientific (Ecublens) SARL, Швейцария).

Результаты исследования и обсуждение

Во взвеси на фильтрах выявлены низкие концентрации минеральной составляющей, что в общем характерно для пресных озер северных территорий [2]. Материал взвеси приблизительно одинаков в разных частях озера и

представлен биогенной рентгеноаморфной массой (панцири и мелкие обломки диатомей, пыльца, споры, пеллетные комки) с отдельными зернами обломочных минералов, минеральными агрегатами, чешуйчатыми образованиями слоистых силикатов и сгустками (гидро)окислов Mn и Fe (Рис. 1а). Встречаются отдельные крупные агрегаты минералов (более 20-50 мкм), в основном, изометричной формы, состоящие из слепленных зерен минералов пелитовой размерности и частиц биодетрита. Во взвеси на фильтрах определен основной спектр минералов: кварц, гидроокислы Fe (резко преобладают), плагиоклаз (альбит, олигоклаз, андезин), калиевые полевые шпаты, мусковит, иллит (Mg, Fe), хлорит (Mg, Fe). В количествах меньше 5% присутствуют амфибол (тремолит-актинолит, роговая обманка), пироксен (диопсид-геденбергит), эпидот и каолинит. Во всех пробах встречены отдельные зерна или кристаллы аксессуарных минералов (магнетит, ильменит, рутил, титанит, апатит и монацит).

В Южном Онего и Уницкой, Лижемской губах, количество мусковита значительно возрастает относительно других минералов, здесь отмечается повышенное содержание К (10%). Среднее содержание К во взвеси по всему озеру составляет ~6%. Во взвеси Кондопожской и Петрозаводской губ, Центрального и Малого Онего в значительных количествах определены агрегаты окислов Mn и отмечаются высокие значения Mn (около 6%) при общем содержании Mn ~3% от концентрации взвеси. В Кондопожской губе установлено значительное количество шаровидных агрегатов, имеющих состав либо шамозита, либо сложного соединения, наиболее близко пересчитывающегося на (Mg, Fe, Na) иллит.

Содержание Si в пределах 30-35 % от концентрации взвеси. В таких же количествах присутствует Fe (~35%), минимальное - в Уницкой губе (~25%). Содержание Mg в пределах 6-8%. Наиболее контрастно по акватории озера распределен Са во взвеси - в пределах 1-23%, в среднем 4%, что определяется либо присутствием зерен доломита (Центральное Онего), либо появлением битовнита (Уницкая губа).

Детальное изучение взвешенного вещества из СЛ показало, что его валовый минеральный состав из разных районов Онежского озера однообразен. На фоне тонкодисперсного материала (кварц, полевые шпаты, иллит, мусковит, хлорит, гидроокислы Fe, биогенного детрита) пелитовой размерности выделяются крупные панцири диатомовых водорослей и угловатые зерна кварца, альбита и агрегаты чешуйчатой, спутанно-волокнутой микроструктуры иллита $(K,Ca)_{<1}(Fe,Mg)(Fe,Al)_3[Si_4O_{10}](OH)_4$, которые во взвеси на фильтрах присутствуют в резко подчиненном количестве. А также темноцветных и аксессуарных минералов: актинолит, роговая обманка, диопсид, эпидот, титанит, магнетит, ильменит, циркон, рутил, апатит, монацит и др. Количество скелетов диатомей наоборот уменьшается относительно других компонентов.

В веществе из СЛ Кондопожской губы установлено значительное количество агрегатов шаровидной морфологии полых внутри (Рис. 1б) с

пористой текстурой и имеющих состав калиевого полевого шпата, шаровидных агрегатов, имеющих состав хлорита Fe, и шаровидные агрегаты кварца с включениями скелетных кристаллов хлорита Fe. Скорее всего это агрегаты техногенного генезиса – окатыши, используемые в технологическом процессе очистки вод Кондопожского бумажного комбината или летучий пепел от ТЭЦ ОАО «Кондопога». В основном в составе хлорита во взвеси на фильтрах и взвешенном веществе СЛ количество Mg и Fe примерно одинаково. Это связано с господством на территории изучаемого региона силикатных горных пород и гумидного климата [3].

Наибольшие колебания в геохимическом составе обнаружены по Hg во взвешенном материале из СЛ. При отсутствии минеральных фаз Hg, Mo, можно предположить их сорбцию органическим матриксом или (гидро)оксидами Mn и Fe. Обычно адсорбция Mo характерна на аморфных гидроксидах Mn. Об распределении Mo, которое имеет сходство с фазами Fe и Mn в донных отложениях Онежского озера авторами описано ранее в ряде публикаций [4,5].

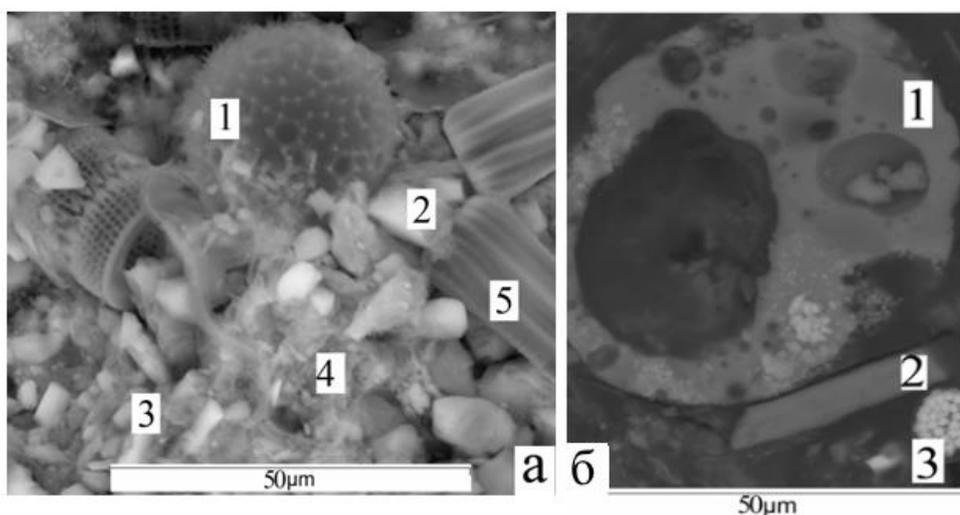


Рис. 1. (а) Микрофотографии образцов взвеси на фильтрах:

1 – пыльца, 2 – альбит, 3 – мусковит, 4 – иллит (Mg, Fe), 5 – скелеты и обломки панцирей диатомовых;

(б) Микрофотографии агрегатов шаровидной морфологии из взвешенного материала СЛ (Кондопожская губа):

1 - агрегат шаровидной морфологии полый внутри с пористой текстурой и имеющих состав калиевого полевого шпата, 2 – отдельные зерна хлорита (Mg>Fe), 3 – фрамбоид пирита.

Заключение

Впервые проведено исследование минерального состава взвешенного вещества водной толщи Онежского озера. Материал взвеси на фильтрах схож в разных частях озера и представлен биогенной рентгеноаморфной массой с отдельными зернами обломочных минералов, минеральными агрегатами, чешуйчатыми образованиями слоистых силикатов и сгустками (гидро)окислов Mn и Fe и различается по содержанию мусковита, аксессуарных и Mn-минералов, что объясняет повышенные содержания K, Mn. Детальное изучение взвешенного вещества из СЛ показало, что его валовый минеральный состав из

разных районов озера однообразен. На фоне тонкодисперсного материала пелитовой размерности выделяются крупные панцири диатомовых водорослей и угловатые зерна кварца, альбита и агрегаты чешуйчатой, спутанно-волокнутой микроструктуры иллита, которые во взвеси на фильтрах присутствуют в резко подчиненном количестве. Количество биодетрита уменьшается относительно других компонентов. В веществе из СЛ Кондопожской губы установлено значительное количество агрегатов шаровидной морфологии полых внутри с пористой текстурой и имеющих состав калиевого полевого шпата, шаровидных агрегатов, имеющих состав хлорита Fe, и шаровидные агрегаты кварца с включениями скелетных кристаллов хлорита Fe.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50014 (изучение минерального, геохимического состава, диатомового и микропалеонтологического состава взвеси, осадочного материала и донных отложений) и в рамках Госзадания ИВПС КарНЦ РАН (НИС Эколог, установка СЛ и изучение химического состава воды).

Литература

- [1] Лисицын А.П., А.Н. Новигатский, В.П. Шевченко, А.А. Клювиткин, М.Д. Кравчишина, А.С. Филиппов Н.В. Политова Рассеянные формы осадочного вещества и их потоки в океанах и морях на примере Белого моря (результаты 12 лет исследований) // Доклады академии наук, 2014, т. 456 (3), С. 355-359.
- [2] Система Белого моря. Том III. Рассеянный осадочный материал гидросферы, микробные процессы и загрязнения. – М.: Научный мир, 2013. – 668 с
- [3] Холодов В.Н., Недумов Р.И., Голубовская Е.В. Фациальные типы осадочных железорудных месторождений и их геохимические особенности Сообщение 1. Фациальные группы осадочных руд, их литология и генезис // Литология и полез. ископаемые. 2012, № 6, С. 503-531.
- [4] Strakhovenko V.D., Subetto D., Ovdina E.A., Belkina N., Efremenko N. Distribution of elements in iron, manganese formations in bottom sediments of Lake Onego (NW Russia) and small lakes (Shotozero and Surgubskoe) of adjacent territories // Minerals, 2020a, 10, p. 440-450.
- [5] Strakhovenko V.D., Subetto D., Ovdina E.A., Danilenko I.V., Belkina N., Efremenko N., Maslov A. Mineralogical and geochemical composition of Late Holocene bottom sediments of Lake Onego // Journal of Great Lakes Research, 2020b, (46), p. 443-455.

S u m m a r y. Using a complex of modern analytical methods, the mineral composition of the modern suspended matter of Lake Onega was studied for the first time – on filters and sedimentation traps (ST). The suspension material on the filters is similar in different parts of the lake and is represented by a biogenic X-ray amorphous mass with individual grains of detrital minerals, mineral aggregates, scaly formations of layered silicates and (hydro)oxides of Mn and Fe and differs in the content of muscovite, accessory and Mn-minerals. The mineral composition of the suspended matter of ST from different areas of the lake is uniform. Large shells of diatoms and angular grains of quartz, albite, and aggregates of the scaly, tangled-fibrous microstructure of illite stand out against the background of finely dispersed pelitic material.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА РАСЧЛЕНЕНИЯ ГИДРОГРАФА СТОКА GRWAT

Е.П. Рец¹, М.Б. Киреева², Т.Е. Самсонов², А.В. Гробаренко²

¹*Институт водных проблем РАН, г. Москва, retska@mail.ru*

²*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, kireeva_mb@mail.ru*

STUDYING SENSITIVITY OF AUTOMATED ALGORITHM OF HYDROGRAPH SEPARATION GRWAT

E.P. Rets¹, M.B. Kireeva², T.E. Samsonov², A.V. Grobarenko²

¹*Water problems institute of Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Была определена чувствительность алгоритма автоматизированного расчленения гидрографа GrWat относительно значений калибровочных параметров. Значения параметров возмущались на 10-200% по модулю, для оценки сходства результирующих гидрографов различных генетических компонент была использована процедура динамической трансформации временной шкалы (Dynamic time warp). Алгоритм GrWat показал высокую устойчивость к изменениям значений калибровочных параметров. Представлены рекомендации по заданию значений калибровочных параметров.

Ключевые слова: Расчленения гидрографа, GrWat, водный режим, Dynamic time warp.

Введение

Расчленение гидрографа стока широко используется для анализа водного режима рек и их источников питания. Наиболее распространенным подходом к расчленению гидрографа в отечественной литературе относится метод Куделина [3]. Зарубежные специалисты чаще всего разделяют речной сток на две составляющие: Базисный сток (baseflow) сток, формирующийся преимущественно из грунтовых вод, доля которого всегда присутствует в суммарном стоке реки и быстрый сток (quickflow) – сток, формирующийся вследствие выпадения осадков или снеготаяния [7].

Графо-аналитический метод GrWat объединил в себе два этих основных подхода. Он позволяет автоматизированное расчленения гидрографа на составляющие стока: базисный сток и быстрый сток. Быстрый сток в свою очередь расчленяется на снеготалое половодье, дождевые паводки, талые паводки [6]. При этом в основу отчленения базисного стока в период прохождения половодья положены графоаналитические подходы Б.И. Куделина [3] по расчленению гидрографа средних рек. Алгоритм GrWat и разработанный на его основе программный комплекс был использован в ряде работ для исследования режима подземного стока рек ЕТР [1], режима паводочного стока рек ЕТР [2,5], современных направленных изменений режима стока рек ЕТР [6].

Алгоритм автоматизированного расчленения гидрографа GrWat предполагает калибровку методом подбора параметров. В структуре параметров алгоритма в современной модификации присутствует 20 параметров. Целью данного исследования стало определения чувствительности алгоритма относительно

калибровочных параметров, определить основные, имеющих наибольшее влияние на результат и тех, которые несут вспомогательный характер.

Методы

Методика разделения быстрой и базисной составляющей стока в алгоритме GrWat основывается на концепции критического градиента параметров изменения суточных расходов воды. В период прохождения половодья для отделения базисного стока используется схема расчленения гидрографа предложенная Б.И. Куделиным для подземных вод, гидравлически связанных с рекой [3].

За начало половодья принимается день, который удовлетворяет 5-ти критериям, среди которых - увеличение расхода воды с определенным градиентом, превышение среднего расхода воды за последующее определенное количество дней не менее, чем в определенное число раз, по сравнению с предыдущим периодом и т.п. За конец половодья принимается первый день после пика половодья, когда речной сток на 100% состоит из базисного.

Метеорологическая информация (в виде данных ре-анализа) используется в качестве индикатора и возможности отнесения пиков на гидрографе к группам событий – оттепелям или дождевым (смешанным) паводкам.

Для оценки чувствительности алгоритма GrWat к изменению значений параметров была проведена серия экспериментов, при которых значения параметров возмущались на 10-200% по модулю. Для оценки сходства результирующих гидрографов различных генетических компонент стока был использован алгоритм динамической трансформации временной шкалы (Dynamic time warp, или DTW).

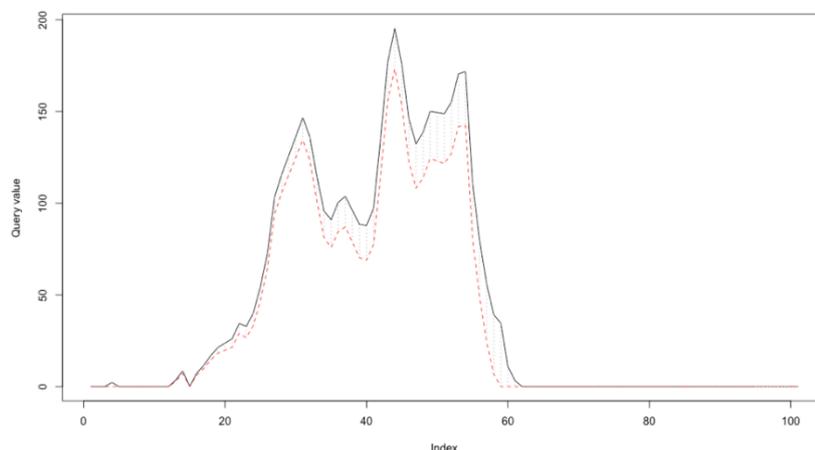


Рис. 1. Пример использования процедуры Dynamic time warp для установления схожести двух реализаций расчленения.

Данный алгоритм позволяет найти оптимальное соответствие между временными последовательностями. DTW-алгоритм является более эффективной метрикой по сравнению со стандартной евклидовой в связи с тем, что если два временных ряда одинаковы, но один из них незначительно смещен во времени (вдоль оси времени), то евклидова метрика может посчитать, что ряды отличаются друг от друга. Впервые алгоритм DTW был применен в

распознавании речи, где использован для определения того, как два речевых сигнала представляют одну и ту же исходную произнесённую фразу, но в настоящее время также нашел применение и в гидрологии для оценки сходства временных рядов гидрологических характеристик [4,8].

Результаты

Алгоритм показал высокую устойчивость к изменениям значений калибровочных параметров (Табл. 1). При изменении параметров, к которым модель показала наибольшую чувствительность (grad, grad1) на 50% нормированное евклидово расстояние между исходным и измененными гидрографами составляет порядка 1-3% от среднего за весь период значения величины для компоненты базисного стока (Q_{gr}), и 3-15% для паводочного стока (Q_{rav} , Q_{thaw}) (Табл. 1). Пример изменения базисной составляющей стока при изменении значений параметра grad представлен на рисунке 2.

Таблица 1. Результаты исследования чувствительности алгоритма расчленения к изменению калибровочных параметров на примере р.Ока – г/с Калуга

№	Итерация	Параметр	Описание	Изменение	Нормированное евклидово расстояние по ненулевым значениям, %			
					Q_{gr}	Q_{pol}	Q_{rav}	Q_{thaw}
1	It1	grad	Интенсивность спада/подъема расхода воды за счёт базисной составляющей, выраженная в долях от расхода предшествующего дня	50%	1.07	0.01	7.59	9.54
2	It2			-50%	1.23	0.02	12.50	13.44
3	It3			10%	0.32	0.00	2.17	3.86
4	It4			-10%	0.28	0.00	2.25	4.69
5	It5	grad1	Тот же параметр, но для периода спада половодья	50%	1.86	2.39	5.04	1.28
6	It6			-50%	2.83	2.52	7.44	1.37
7	It7			10%	0.37	0.61	1.21	0.39
8	It8			-10%	0.31	0.46	0.55	0.04
9	It9	polkol (1)	Количество дней с начала половодья с устойчивым увеличением в среднем равному установленному градиенту (polgrad(1))	50%	0.55	0.86	8.89	0.72
10	It10			-50%	0.16	0.39	0.19	1.97
11	It11			10%	0.00	0.00	0.00	0.00
12	It12			-10%	0.06	0.11	0.00	1.31
13	It30			100%	0.17	0.44	2.83	1.31
14	It31			-90%	0.51	1.30	0.40	2.42
15	It13	polgrad (1)	Значения градиента устойчивого увеличения расхода в начале половодья	50%	0.21	0.47	2.33	0.48
16	It14			-50%	0.14	0.29	0.93	1.38
17	It15			10%	0.03	0.06	0.00	0.21
18	It16			-10%	0.09	0.15	0.14	1.12
19	It28			100%	1.98	1.97	0.02	7.79
20	It29			-90%	0.17	0.32	0.32	2.92
21	It17	polgrad (2)	Во сколько раз средний расход воды за период	50%	0.00	0.00	0.00	0.05
22	It18			-50%	0.00	0.00	0.00	0.00

№	Итерация	Параметр	Описание	Изменение	Нормированное Евклидово расстояние по ненулевым значениям, %			
					Qgr	Qpol	Qrav	Qthaw
23	It19	polkol(3)	гарантированно превышает предшествующий половодью меженный уровень	10%	0.00	0.00	0.00	0.00
24	It20			-10%	0.00	0.00	0.00	0.00
25	It26			200%	0.25	0.66	0.59	1.91
26	It27			-90%	0.00	0.00	0.00	0.00
27	It21	polkol(3)	Количество дней с начала половодья, за которое проходит основная волна половодья	50%	0.00	0.00	0.00	0.00
28	It22			-50%	0.00	0.00	0.00	0.00
29	It23			10%	0.00	0.00	0.00	0.00
30	It24			-10%	0.00	0.00	0.00	0.00
31	It25			100%	0.00	0.00	0.00	0.00
32	It32			-90%	Ошибка запуска			

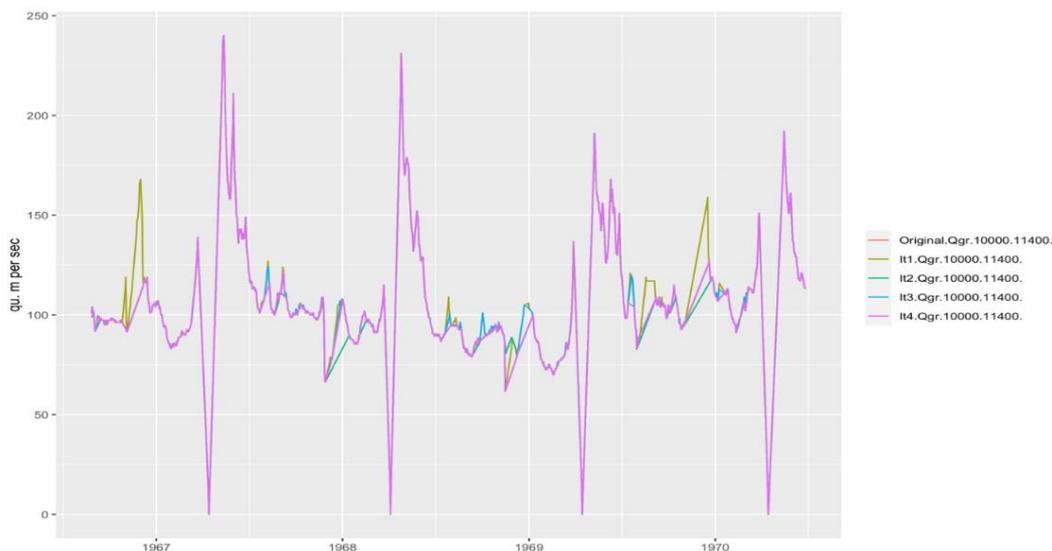


Рис. 2. Изменение гидрографа базисного стока р. Ока-Калуга при изменении значений параметра grad.

Генетическая компонента снеготалого половодья Q_{pol} наиболее чувствительна к таким параметрам как $grad_1$, $polkol(1)$, $polgrad(1)$ (см. табл. 1). При этом изменение данных параметров прежде всего сказывается на дате начала и конца, не изменяя значительно основную волну. В итоге нормированное евклидово расстояние между исходным и измененными гидрографами составляет обычно первые проценты от среднего расхода за половодье.

Ряд параметров, таких как $polkol(3)$, $polgrad(2)$ несут характер «пороговых». Изменение их значений даже в достаточно широких пределах практически не влияет на результат, при этом при пересечении некоторого порога, алгоритм перестает распознавать фазы водного режима, и программа

выдает ошибку. Таким образом, в их задании следует руководствоваться характерными диапазонами.

Выводы

Алгоритм GrWat показал высокую устойчивость к изменениям значений калибровочных параметров. Наибольшую чувствительность выявлена для параметров *grad* и *grad1*, отражающих интенсивность спада/подъема расхода воды за счёт базисной составляющей. При их изменении на 50% нормированное евклидово расстояние между исходным и измененными гидрографами составляет порядка 1-3% от среднего за весь период значения для базисного стока и 3-15% для паводочного стока. Ряд параметров несут характер «пороговых», в их задании следует руководствоваться характерными диапазонами.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-77-10032.

Литература

- [1] Джамалов, Р.Г., Фролова, Н.Л., Рец, Е.П., Бугров, А.А., 2015. Особенности формирования современных ресурсов подземных вод Европейской части России. Водные ресурсы, 42(5), pp.457-457.
- [2] Киреева М.Б., Фролова Н.Л., Рец Е.П., Самсонов Т.Е., Телегина Е.А., Харламов М.А., Езерова Н.Н., Пахомова О.М. Паводочный сток на реках Европейской территории России и его роль в формировании современного водного режима // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управлен., № 4, 2018. С.48-68.
- [3] Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М.: Изд. МГУ, 1960. 343 с.
- [4] Naaf, E., Barthel, R. An inter-comparison of similarity-based methods for organisation and classification of groundwater hydrographs // Journal of Hydrology. 2018. Vol. 559. P. 222-237.
- [5] Kireeva M.B., Rets E.P., Frolova N.L., Samsonov T.E., Povalishnikova E.S., Entin A.L., Durmanov I.N., Ivanov A.M. Occasional floods on the rivers of Russian plain in the 20th –21st centuries // Geography, Environment, Sustainability. 2020a. Vol. 13. N. 2. P. 84-95.
- [6] Kireeva M., Frolova N., Rets E., Samsonov T., Entin A., Kharlamov M., Telegina E. Povalishnikova E. Evaluating climate and water regime transformation in the European part of Russia using observation and reanalysis data for the 1945-2015 period. International J. of River Basin Management. 2020b. V. 18. N.4. P. 491-502.
- [7] Lyne, V. Hollick, M., Stochastic time-variable rainfall-runoff modelling // Institute of Engineers Australia National Conference. 1979. Vol. 1979. P. 89-93.
- [8] Ouyang, R., Ren, L., Cheng, W., Zhou, C. Similarity search and pattern discovery in hydrological time series data mining // Hydrological Processes. 2010, Vol. 24, N. 9. P. 1198-1210.

S u m m a r y. Automated algorithm for hydrograph separation GrWat was tested for sensitivity to calibration parameters value. The parameters' values were altered by 10-200% in absolute value. To estimate similarity of the resulting hydrographs a Dynamic time warp procedure was used. The GrWat algorithm has shown a good stability of the results for alteration of the calibration parameters' values. Recommendation on setting the calibration parameters values is given.

ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО И ЛЕДОВОГО РЕЖИМА Р. ПУР В СТВОРЕ Г. УРЕНГОЙ

Н.А. Саноцкая, В.С. Азарян

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,
sanots@rambler.ru, vika1r@yandex.ru*

CHANGES IN WATER AND ICE REGIME RIVER PUR – URENGOY

N.A. Sanotskaya, V.S. Azaryan

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Всё большее значение приобретают исследования, связанные с водными объектами в Арктической зоне Российской Федерации в условиях изменения климата. В статье представлены результаты обработки рядов наблюдений за стоком и ледовым режимом р. Пур в створе г. Уренгой. Отмечены следующие особенности: за период наблюдений 1962-2018 гг. среднегодовой сток увеличился, максимальный сток уменьшился, продолжительность ледостава сократилась в среднем на 40 суток, изменились даты начала, пика и окончания половодья.

Ключевые слова: водный режим, ледовый режим, арктические реки.

Введение

Основной целью данной статьи является исследование водного и ледового режима р. Пур в створе г. Уренгой в условиях изменяющегося климата. Для достижения цели поставлены следующие задачи: собрать исходные данные по расходам воды и ледовым явлениям в исследуемом створе за период наблюдений (1962-2018 гг.), проанализировать изменения водного и ледового режима р. Пур.

Пост р. Пур – г. Уренгой расположен в поселке, в районе базы производственно-технического обслуживания и комплектации (УПТО и К). Прилегающая местность – лесотундра с плоским рельефом, изрезанная озерами, ручьями, поросшая смешанным низкорослым лесом с преобладанием хвойных пород.

Река Пур впадает в Тазовскую губу, связанную с Обской губой и Карским морем. Долина реки неясно выражена, склоны ее пологие, незаметно сливаются с прилегающей местностью, сложены песчаными грунтами, покрыты смешанным лесом. Река Пур образована от слияния рек Пяку-Пур и Айваседо-Пур. Ширина реки колеблется от 200 м до 850 м. Преобладающие глубины на плесовых участках 4-5 м, максимальные 12 м. Глубина в устье постоянно меняется вследствие сгонно-нагонных ветров. Наименьшая глубина на перекатах 1,2 м. Длина реки 389 км, площадь водосбора 112000 км². Река течет с юга на север. Скорости течения вследствие небольших уклонов незначительны [1].

В годовом цикле колебания стока реки Пур различают следующие основные фазы водного режима: весенне-летнее половодье, летне-осеннюю и зимнюю межень, летние и осенние дождевые паводки. Продолжительность и характерные особенности этих фаз определяются изменением питания реки в течение года, которое в свою очередь зависит от климатических условий речного бассейна и конкретного года.

По классификации рек Б.Д. Зайкова река Пур относится к первой группе рек с весенним половодьем, к западносибирскому типу. Западносибирский тип рек характеризуется невысоким и растянутым весенним половодьем, повышенным летне-осенним стоком и низкой зимней меженью. Сглаженное и растянутое половодье обуславливается замедленным стоком талых вод под влиянием равнинности рельефа, заболоченности и обилия озер в поймах рек. Продолжительность половодья достигает четырех и более месяцев. Летние и осенние паводки наблюдаются ежегодно, но отличаются небольшими подъемами уровней.

Объекты и методы

Из массива данных ежедневных расходов воды за период наблюдений 1962-2018 гг. выбраны максимальные, минимальные и средние значения за каждый день года. По этим данным построен график (рис. 1).

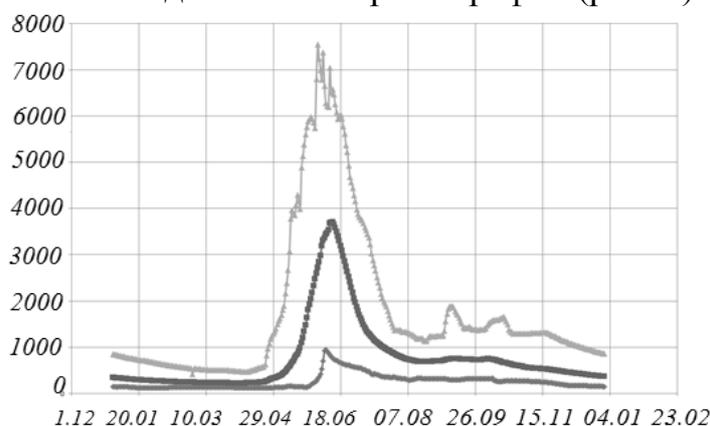


Рис. 1. Максимальный, средний и минимальный гидрографы р. Пур – г. Уренгой за период наблюдений 1962-2018 гг.

По данным ежедневных расходов воды за период наблюдений 1962 – 2018 гг. определены среднегодовые и максимальные расходы воды за каждый год. По этим значениям построены графики и линия тренда (рис. 2). Как видно из графика на рис. 2 среднегодовой сток за отдельные годы колеблется, однако общая тенденция говорит об увеличении стока. Колебания максимальных расходов воды о наличии тренда на понижение. Следовательно, увеличение среднегодовых расходов происходит за счет меженного стока.

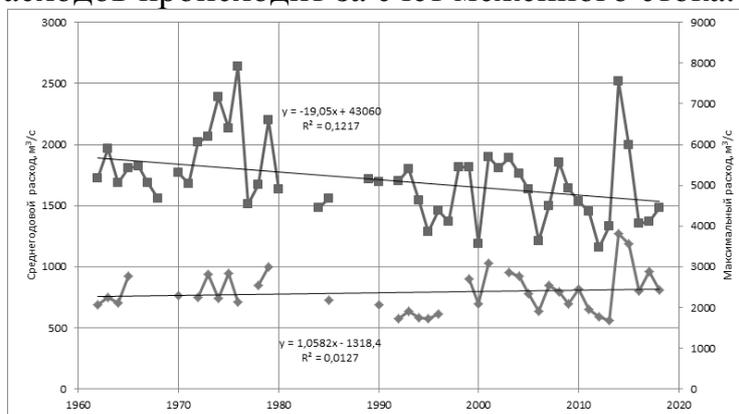


Рис. 2. Хронологический ход среднегодовых (нижняя линия) и максимальных расходов воды р. Пур – г. Уренгой за 1962-2018 гг.

На графике (рис. 3) представлена продолжительность ледостава р. Пур г. Уренгой за 1962-2018 гг. Как видно из графика, период ледостава за период наблюдений сократился в среднем с 230 дней до 190.

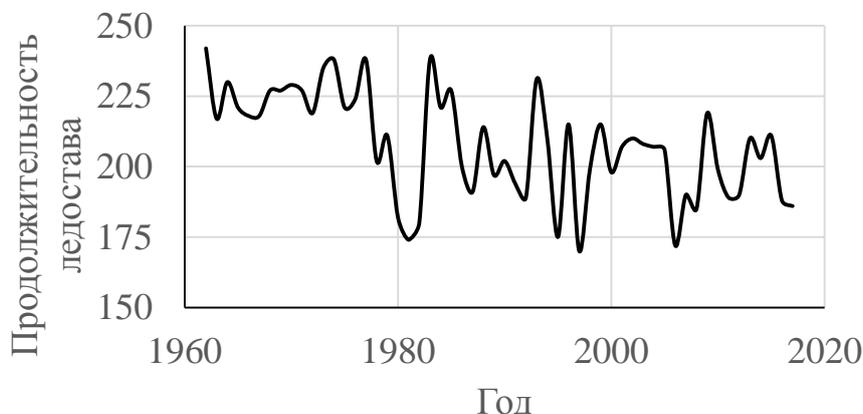


Рис. 3. Продолжительность ледостава за период 1962-2018 гг.

По результатам обработки и анализа данных (1962-2018 гг.) о датах начала, пика и окончания половодья, получились следующие данные. В среднем за период наблюдений половодье начинается 15 мая, самое раннее начало 19 апреля (1991), самое позднее – 4 июня (1970). Пик половодья в среднем наступает 4 июня, самый ранний наблюденный прошел 12 мая (1997), самый поздний – 19 июня (1983). Окончание половодья в среднем наблюдается 22 июля, самое раннее отмечено 16 июня (1997), самое позднее – 12 августа (1988).

За период наблюдений начало половодья сместилось с 17 мая в среднем на 7 мая (стало наступать на 10 дней раньше), пик половодья – с 3 июня на 31 мая (на 3 дня раньше), окончание половодья – с 23 июля на 16 июля (на 7 дней раньше) (рис. 4).

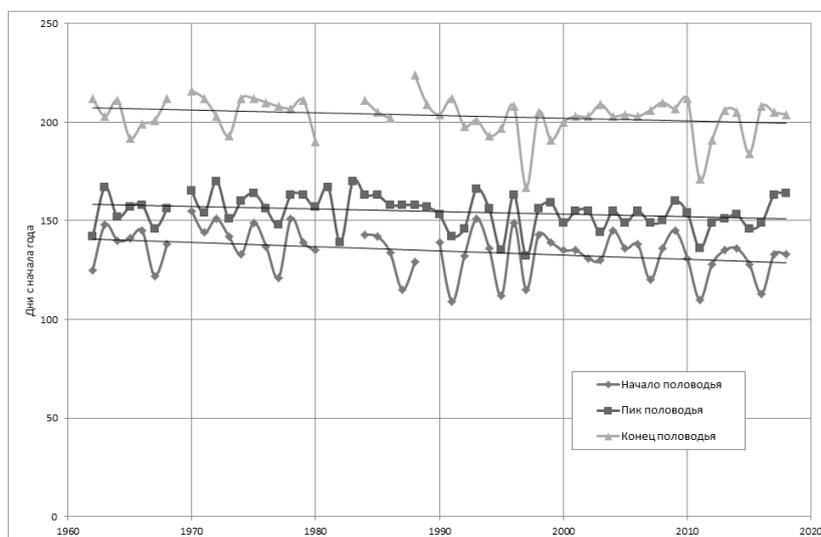


Рис. 4. Даты начала, пика и окончания половодья за период наблюдений 1962-2018 гг.

В результате анализа продолжительности осеннего и весеннего ледоходов значимой зависимости не выявлено (рис. 5 и 6).

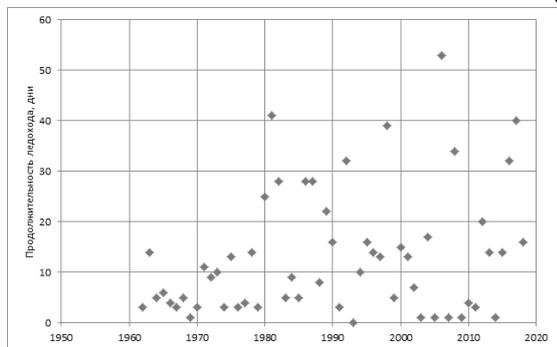


Рис. 5. Продолжительность осеннего ледохода за период наблюдений 1962-2018 гг.

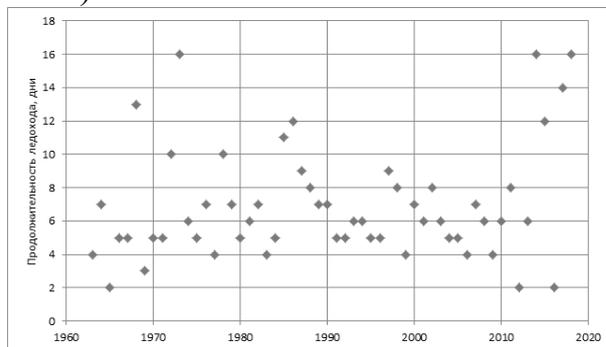


Рис. 6. Продолжительность весеннего ледохода за период наблюдений 1962-2018 гг.

Выводы

В работе рассмотрены основные характеристики водного и ледового режима р. Пур. В годовом цикле колебания стока реки Пур выделены следующие основные фазы водного и ледового режима: весенне-летнее половодье, летне-осенняя и зимняя межень, летние и осенние дождевые паводки, ледостав. Продолжительность и характерные особенности этих фаз определяются изменением питания реки в течение года, которое в свою очередь зависит от климатических условий речного бассейна и конкретного года. Отмечены основные изменения в водном и ледовом режиме, произошедшие за период наблюдений, – увеличение среднегодового стока, уменьшение максимального стока, уменьшение продолжительности ледостава и смещение дат начала, пика и окончания половодья на более ранние.

Литература

[1] Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Том 1. Выпуск 10. Бассейн Оби (без бассейна Иртыша), Надыма, Пура, Таза. 1981–2012 годы. – Новосибирск, Омск

S u m m a r y. Research related to water bodies in the Arctic zone of the Russian Federation in the context of climate change is becoming increasingly important. The article presents the results of processing the series of observations of the runoff and ice regime of the river Pur – Urengoy. The following features are noted: for the observation period (1962-2018) the average annual runoff has increased, the maximum runoff has decreased, the duration of the freeze-up has decreased by an average of 40 days, the dates of the beginning, peak and end of floods have changed.

ИЗУЧЕНИЕ ДОСТАВКИ НАНОСОВ НА ПОЙМЫ РЕК-ПРИТОКОВ ВЕРХНЕЙ ОКИ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ УВЛАЖНЕНИЯ

Л.Н. Трофимец, А.П. Александрова, А.П. Тяпкина, Н.Н. Чаадаева,
Е.А. Санкова, А.В. Тарасов, М.В. Красников, А.О. Баркалов
ФГБОУ «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел,
trofimetc_l_n@mail.ru

STUDY OF DELIVERING ACCUMULATED DRIFTS TO THE FLOODPLAINS OF THE UPPER OKA TRIBUTARIES UNDER CHANGING CONDITIONS OF MOISTENING

L.N. Trofimetz, A.P. Alexandrova, A.P. Tyapkina, N.N. Chaadaeva, E.A. Sankova,
A.V. Tarasov, M.V. Krasnikov, A.O. Barkalov
Orel State University, Orel

Аннотация. Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения потерь почвы вследствие эрозии в периоды разной увлажненности. Метод цезиевой метки позволяет датировать глубинные слои радиоактивно загрязненной почвы 1954, 1963 и 1986 годами (соответственно, годом начала ядерных испытаний в атмосфере, годом их максимальной интенсивности и годом аварии на ЧАЭС). Однако, как показано в статье, активность цезия-137 на глубине пойменной почвы, по величине соизмеримая с величиной чернобыльских выпадений, свидетельствует о том, что локальные пики соответствуют слоям пойменных отложений послечернобыльского периода. Для их датирования необходима информация об интенсивности смыва со склонов долины реки и о затоплении поймы в годы, в которые водность рек превышала их водность в 1986 году.

Ключевые слова: пойма, отбор проб почвы, ключевые участки, цезия-137 чернобыльского происхождения, гамма-спектрометрический анализ, доставка наносов, Орловская область.

Введение

Анализ литературных данных показал [3], что накопление наилка на поймах малых рек территории Среднего Поволжья оценивается в 0,3-5 мм в год. Голосов В.Н. отмечает, что на поймах рек, протекающих в условиях лесостепи ЕТР, скорость накопления наилка составила 18 мм в год за тридцатилетний период (до 1991 г.) [1]. Жукова [2] для поймы реки Зуши установила, что интенсивность поступления наносов на пойму за 1958-1964 гг. составляла 5 см в год; за 1964-1985 – 1,0-1,4 см в год; за 1986-2007 – 0,4-0,5 см в год. За период с 1991 года изменения произошли и в условиях увлажнения, и в системе хозяйствования на водосборных поверхностях рек лесостепной зоны России. В работах Голосова с соавторами приводятся некоторые данные по изменению интенсивности доставки наносов в верхние звенья флювиальной сети за период с 1963 по 1986 год и за 1986-2015 (2016) годы. Например, для реки Ведуга (Воронежская область) авторы показали, что темпы доставки наносов сократились с 1,25 см/год в 1963-1986г.г. до 0,9 см/год в 1986-2015(2016) гг. Таким образом, все исследователи отмечают, что в лесостепной зоне наблюдается очевидная тенденция сокращения темпов протекания эрозионных процессов после 1986 года. Авторы статьи поставили задачу выяснить, как изменилась доставка наносов на поймы рек – притоков верхней Оки в пределах Орловской области, расположенной в лесостепной зоне.

Регион исследований, объекты и методы

Авторами статьи за период с 2007 по 2010 год были проведены исследования на участках пойм рек Орловской области (рис. 1). Послойно были отобраны пробы почвы и проведен гамма-спектрометрический анализ. В статье приводятся данные по ключевым участкам, пространственно распределенным таким образом, чтобы осветить не только изменение в доставке наносов на поймы рек с юга на север области, но и показать, есть ли отличия в доставке наносов в западной части области (с распространенными здесь площадями задровых песчаных равнин). Использовался метод ключевых участков. Участки были выбраны на пойме реки Неруссы у г. Дмитровск, реки Кромы у пгт Кромы, на реке Орлик у г. Орла, на реке Вытебеть у г. Льгов, на р. Болхов у г. Болхов. На пойме были послойно отобраны пробы почвы по глубине. Пробы были подвергнуты гамма-спектрометрическому анализу.

Обсуждение результатов

Диаграммы, построенные по данным послойного отбора проб почвы на поймах рек ключевых участков (три из них приведены на рис. 2 и 3), позволили сделать определенные выводы по особенностям работы с «цезиевой меткой». Хотелось бы обратить внимание на следующее. Метод цезиевой метки определения интенсивности доставки наносов на пойму работает в случае такого распределения цезия-137 по глубине, как тот, что показан на диаграмме на рисунке 2.

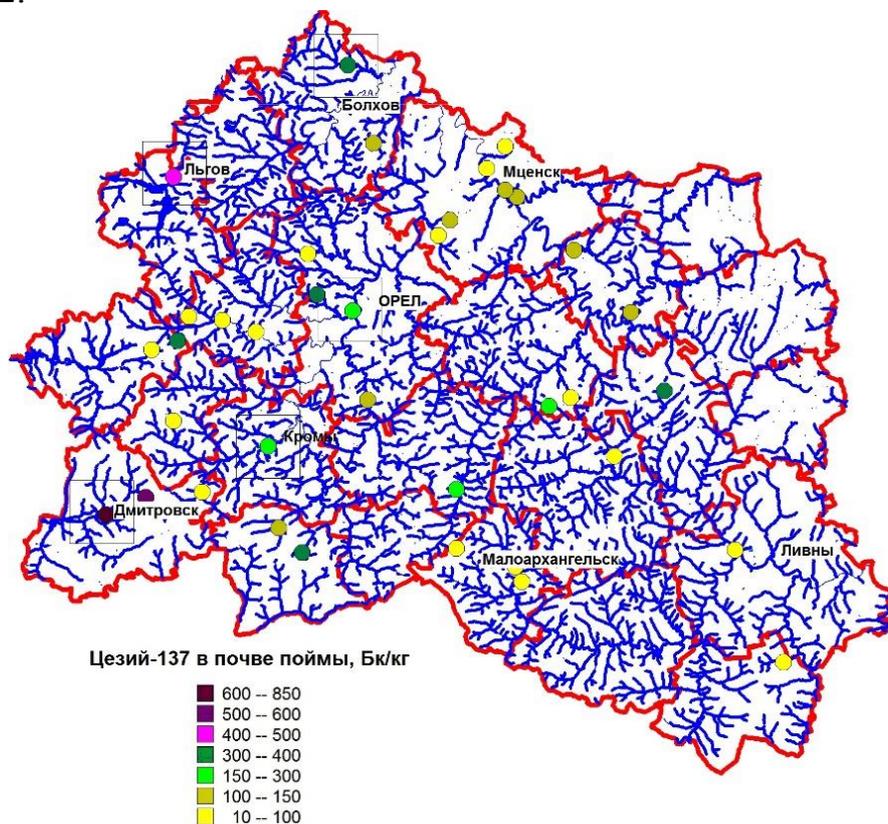


Рис. 1. Цезий-137 в пойменных почвах рек Орловской области (2007-2009 гг.). Карта построена по авторским данным.

Известно, что на территории Орловской области глобальные выпадения радионуклидов в дочернобыльский период оценивались в 10- 15 Бк/кг. Если пики радиоцезия на глубине почвы близки по величине этим значениям, можно утверждать (с определенной долей вероятности), что пики соответствуют выпадениям 1963 года или 1954 года. Если же пики радиоактивности на глубине соответствуют значениям в десятки раз превышающим 10-15 Бк/кг, то необходимо проводить подробный анализ изменения водности рек за послечернобыльский период. В частности, на графике хода годового стока реки Оки у Костомарово (рис. 2) видно, что до 1986 года высокая водность отмечалась в 1979, 1970, 1967 и в 1960 годах. А из таблицы 1 следует, что в 1994 и 2006 гг., возможно, был большой смыв почвы со склоновых поверхностей долин рек или выход воды на пойму. На пойме реки Нугрь первый от поверхности пик радиоцезия, вероятно, не соответствует выпадениям 1986 года. Он сформировался, видимо, в результате смыва с водосборной поверхности радионуклидов в многоводные 1994 или 2006 год.

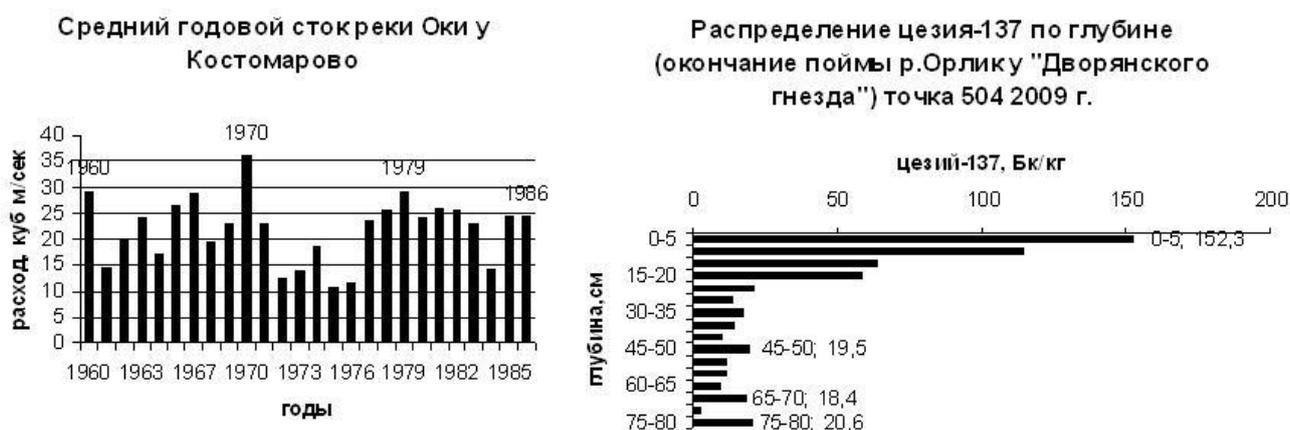


Рис. 2. Слева - изменение водности реки Оки с 1960 по 1986 гг. Справа - диаграмма распределения по глубине удельной активности цезия-137 (на пойме реки Орлик в пределах г. Орла).

Таблица 1. Обеспеченность в многолетнем ряду стока реки Оки у Костомарово

Год	Сток ср. год, м3/сек	Обеспеченность в многолетнем ряду, %
1986	22,6	22,6
2003	24,7	21
1994	26,3	14
2006	26,7	11
1960	29,1	8,7
1979	29,3	6,7
1970	35,9	0,7

Таблица 2. Интенсивность доставки наносов на пойму рек – притоков верхней Оки за период 1963-1986 и 1986-2009

Река-пункт	Глубина залегания слоя почвы, загрязненного цезием-137 (активность цезия-137, Бк/кг)		Интенсивность доставки наносов на пойму рек, см/год	
	1963	1986	1963-1986	1986-2009
Р.Нерусса - Дмитровск	-	10(850)	-	0,45
Р. Крома – пгт. Кромы	60(44,5)	10(257,7)	2,73	0,45
Р. Орлик – г. Орел	50 (19,5)	5 (152,3)	1,82	0,23
Р. Орлик у д. Звягинки	40(19,3)	5(196,8)	1,82	0,23
Р. Вытебеть - Льгов	-	23(312,8)	-	1,05(?)
Р. Нугрь – г. Болхов	-	55(544,5)	-	2,5(?)

Диаграмма же распределения по глубине цезия-137 на пойме р. Орлик (рис. 2) позволяет рассчитать интенсивность доставки наносов за периоды: 1954 (18,4 Бк/кг) -1963 (19,5 Бк/кг); 1963г. (19,5 Бк/кг) – 1986 г. (152,3 Бк/кг) и 1986 г. (152,3 Бк/кг) – 2009 г. Интенсивность доставки наносов в 1954-1963 гг. составила 2,2 см/год; в 1963-1986 гг. – 1,82 см/год; в 1986-2009 гг. – 0,23 см/год. Налицо - снижение интенсивности доставки наносов в послечернобыльские годы. На поймах рек Вытебеть и Нугрь (рис. 3) вероятнее всего пик радиоцезия 1986 года находится на глубине 20-23 см (на пойме реки Вытебеть) и на глубине 50-55 см на пойме реки Нугрь.

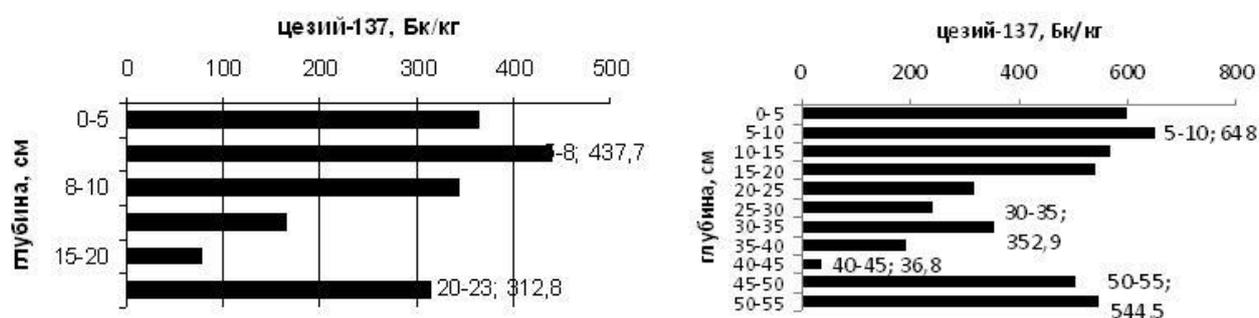


Рис. 3. На глубине 20-23 см (пойма реки Вытебеть - слева) и 50-55 см (пойма реки Нугрь – справа) – пики радиоцезия 1986 года.

Пики на глубине 6-8 см (437,7 Бк/кг) и 5-10 см (648 Бк/кг), вероятно, сформированы наносами, поступившими со склонов, или в результате выхода воды на пойму в послечернобыльские годы (1994 или 2006). Таким образом,

для пойм с низкими отметками уровня выхода воды на пойму или с формированием потоков наносов по ложбинам крутых склонов необходимо разрабатывать свои рекомендации по использованию метода «цезиевой метки»

Благодарности

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество»

Выводы

Метод послыоного отбора проб почвы по глубине для установления изменения интенсивности доставки наносов в зависимости от изменения характера увлажнения хорошо работает на небольших реках. На реках со сложной морфометрией склонов долины, а также на реках, водосборы которых расположены в условиях песчаных задровых ландшафтов, метод необходимо дополнять анализом информации о затоплении поймы в годы, в которые водность рек превышала их водность в 1986 году.

Литература

- [1] *Голосов В.Н., Иванова Н.Н., Литвин Л.Ф., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В.* Трансформация стока наносов на водосборах малых рек Европейской части СССР. В сб.: Современное состояние малых рек СССР и пути их использования, сохранения и восстановления. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 96-103.
- [2] *Жукова О.М.* Динамика эрозионно-аккумулятивных процессов центра Русской равнины на основе применения радиоизотопных методов. Дисс. канд. геогр. наук. М., 2010. 175 с.
- [3] *Мозжерин В.И., Курбанова С.Г.* Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья. – Казань: Изд-во «Арт Дизайн», 2004. 128 с.
- [4] *Трофимец Л.Н., Паниди Е.А.* Экспериментальное изучение самоочищающей способности пойменных отложений реки Нугрь ниже г. Болхова. // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». Изд-во ФГБОУ «Орловский государственный университет». № 6(50). 2012. С. 410-416.

S u m m a r y. The relevance of the work is caused by the need to study soil losses due to erosion during periods of different moisture content. The cesium marker method makes it possible to date the deep layers of radioactively contaminated soil in 1954, 1963 and 1986 (respectively, the year of the beginning of nuclear tests in the atmosphere, the year of their maximum intensity and the year of the Chernobyl accident). However, as it is shown in the article, the activity of cesium-137 at the depth of the floodplain soil, comparable in quantity with the quantity of the Chernobyl fallout, indicates that the local peaks correspond to the layers of floodplain deposits of the post-Chernobyl period. To date them, information is needed on the intensity of soil losses from the slopes of the river valley and on flooding of the floodplain in the years when the water content of the rivers exceeded their water content in 1986.

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР РОССИИ

RESEARCH OF MEROMICTIC LAKES OF RUSSIA

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА ТРЕХЦВЕТНОЕ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)

Е.А. Вахрамеева, Г.Н. Лосяк

*ФГБУН ФИЦКИА им академика Н.П. Лаверова УРО РАН, г. Архангельск,
vakhr-elena@yandex.ru*

DISTRIBUTION OF ORGANIC MATTER IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF MEROMICTIC LAKE TREKHTZVETNOE (KANDALAKSH BAY OF THE WHITE SEA)

E.A. Vakhrameeva, G.N. Losyuk

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

Аннотация. Представлены данные определения органического вещества (ОВ) и гранулометрического состава донных отложений (ДО) меромиктического озера Трехцветное. Установлено, что накопление илистых осадков в озере в течение шести лет сопровождается процессами перераспределения и трансформации органического вещества, его минерализации.

Ключевые слова: донные отложения, гранулометрический состав, меромиктическое озеро, органическое вещество.

Введение

Донные отложения озер, находящихся на разной стадии отделения от Белого моря, являются «архивом» информации о развитии водоемов и происходящих в них физических, химических и микробиологических процессах. Эти озера образовались в результате постгляциального поднятия берега со скоростью 3–4 мм/год [3].

Органическое вещество, поступающее в водоем из различных источников, концентрируется в донных осадках и трансформируется под влиянием абиотических и биотических факторов. Содержание ОВ в донных отложениях тесно связано с их гранулометрическим составом [4].

Регион исследования, объекты и методы

Меромиктическое озеро Трехцветное (66°35,53'N, 32°59,97'E) расположено в Пеккелинской губе Кандалакшского залива Белого моря. Это небольшое озеро с максимальной глубиной 7,5 м, при средней глубине 1-1,5 м со стабильной стратифицированной структурой и всеми признаками меромиксии [3]. Озеро получило свое название по цвету слоев воды: пресный поверхностный слой окрашен гуминовыми веществами, поступающими со стоком болот. Второй слой соленой воды ярко-зеленого цвета, а затем

сероводородная вода мутно-желтого цвета. Зеленый цвет результат массового развития зеленых серобактерий.

Комплексные исследования озера Трехцветное проводятся нами с 2012 года. Пробы ДО отбирали с помощью ударной прямоточной грунтовой трубки (Aquatic Research Instruments: <http://www.aquaticresearch.com>) с внутренним диаметром 50 мм, длиной 60 см, дискретность отбора проб 5 см.

Гранулометрический состав ДО озер определяли в соответствии с методикой [2]. Расчет содержания фракций проводили на абсолютно-сухую навеску образца. Относительная погрешность измерения для всех гранулометрических фракций составляет от 19 до 29%.

Содержание ОВ оценивалось по содержанию потерь при прокаливании (ППП). Метод измерения основан на взвешивании остатка, получаемого при прокаливании пробы при температуре $550 \pm 20^\circ\text{C}$ [6]. Предварительно пробу донных осадков высушивали при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$. Расчет ППП проводили на абсолютно-сухую навеску образца.

Определение массовой доли органического углерода и азота проводили с использованием анализатора элементного состава EuroEA3000. Диапазон измерения массовой доли элемента составляет от 0,01 до 100%. Среднее квадратичное отклонение случайной составляющей погрешности измерений, массовая доля: С – 0,3; N – 0,1%.

Обсуждение результатов

Пробы ДО озера Трехцветное отобраны в марте 2013 и 2019 годов. Влажность осадков по мере перехода к их нижним горизонтам резко снижается с 91,0 до 36,0% в 2013 году. Осадки, отобранные в 2019 году, более увлажнены, содержание влаги изменяется с 95,6 до 74,4%.

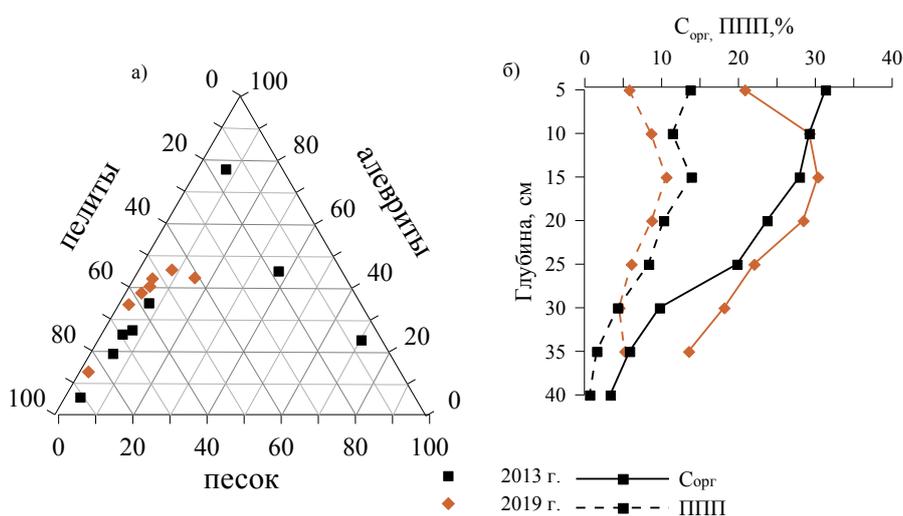


Рис. 1. Трехкомпонентная диаграмма гранулометрического состава (а) и C_{орг}, ППП (б) в донных отложениях оз. Трехцветного.

Как показано на рисунке 1 (а), гранулометрический состав ДО озера разнообразен. Поверхностные осадки двух отборов представлены пелитовыми илами, а нижележащие – алевро-пелитовыми илами. На нижнем горизонте (40

см) в пробе 2013 года обнаружен алевро-песок, а нижний слой (35 см) в марте 2019 года представлен песчано-пелитовым алевритом. Выявлена хорошая корреляционная связь между содержанием пелитовой фракции и влажностью осадка с коэффициентом корреляции между этими показателями $r_{0,95} = 0,92$ при $n = 15$.

Соотношение минеральной и органической составляющих выделенных гранулометрических фракций можно косвенным образом оценить по содержанию ППП в отобранных пробах [5].

Содержание ППП, определенное по горизонтам отложений изменяется в разной степени. По мере углубления в осадок наблюдается снижение ППП в 10 раз в 2013 году [1], а в 2019 году только в 2 раза (рис. 1б).

Результаты определения ППП в отдельных гранулометрических фракциях приведены на рисунке 2.

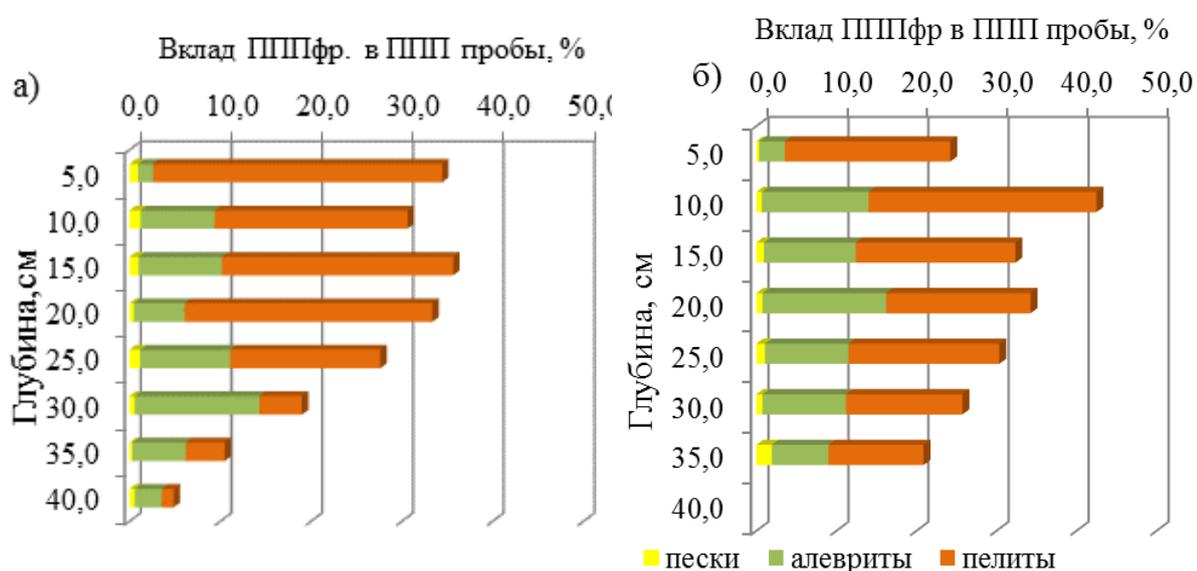


Рис. 2. Вклад ППП фракций в ППП пробы ДО оз. Трехцветное в 2013 (а), 2019 (б) годах.

Из представленных данных хорошо видно, что вклад органического вещества пелитовых фракций в общее содержание ОВ практически одинаков и наиболее значим в осадках горизонтов от 0 до 20 см. Далее вклад ОВ в пелитовую и алевритовую фракцию выравнивается.

Количество ППП резко уменьшается при переходе от тонкодисперсных илистых осадков к осадкам с доминированием грубодисперсной фракции. Подтверждается это наличием обратной корреляционной зависимости между содержанием ППП и количеством песчаной фракции в осадках: $r = -0,66$ ($n = 15$). При этом между содержанием ППП и количеством мелкодисперсной фракции корреляционная зависимость положительная $r = 0,93$ ($n = 15$).

Максимальное содержание $C_{орг}$ выявлено в поверхностном слое (15 см) ДО обоих отборов. Так, в 2013 году содержание $C_{орг}$ было 13,84%, а в 2019 году – 10,57%. Высокое содержание органического углерода в верхних горизонтах донных отложений озер обусловлено интенсивным поступлением на дно ОВ

(зеленых серобактерий, диатомовых водорослей, водной растительности). В нижележащих слоях ДО, отобранных в 2013 году, содержание органического углерода уменьшается до 0,62%. Как было сказано выше, нижний слой колонки 2019 года отличается по гранулометрическому составу от колонки 2013 года: слагающий его пелит-песчаный алеврит содержит 5,18% органического углерода и 1,04% азота.

В ДО озера Трехцветное наблюдается наличие хорошей корреляционной связи между $C_{орг}$ и ППП со значимыми коэффициентами корреляции: $r = 0,90$ ($n = 15$).

Выводы

Таким образом, выявленные особенности в распределении гранулометрических фракций и ОВ обусловлены спецификой осадконакопления. Начало интенсивного накопления органического вещества совпадает с полной изоляцией озера от моря. Органическое вещество, поступающее в озеро, трансформируется под влиянием биогеохимических процессов.

Литература

- [1] *Вахрамеева Е.А.* Гранулометрический состав донных отложений меромиктических озер // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения «География: развитие науки и образования». С-Пб., 2019. С. 278-281.
- [2] «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами». МИ № 88-16365-010-2017. Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.
- [3] *Краснова Е.Д., Пантюлин А.Н., Белевич Т.А. и др.* Комплексные исследования отделяющихся водоемов на разных стадиях изоляции от Белого моря в марте 2012 г. // *Океанология*. 2013 Т. 53 № 5 С. 714-717.
- [4] *Романкевич Е.А., Ветров А.А.* Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 2001. 302 с.
- [5] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции: Научная монография. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339 с.
- [6] *Heiri O., Lotter A., Lemeke G.* Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results // *Journal of Paleolimnology*, 2001. V. 25. P.101-110.

S u m m a r y. The data of determination organic matter and granulometric composition of sediments in the meromictic lake Trekhztvetnoe. It has been established that the accumulation of muddy sediments in the lake for six years is accompanied by the processes of redistribution and transformation of organic matter, and its mineralization.

РЕАКЦИИ МАКРОЗООБЕНТОСА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕРОВОДОРОДА И ГИПОКСИИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНКУБАЦИОННЫХ КАМЕР

М.Б. Гулин, Е.А. Иванова

ФИЦ ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского, *m_gulin@mail.ru*

REACTIONS OF MACROZOOBENTHOS TO THE EFFECTS OF HYDROGEN SULFIDE AND HYPOXIA UNDER EXPERIMENTAL CONDITIONS USING THE INCUBATION CHAMBERS

M.B. Gulin, E.A. Ivanova

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Sevastopol

Аннотация. Представлены экспериментальные данные о функциональном состоянии отдельных представителей макрозообентоса под воздействием высокой концентрации сероводорода или острой гипоксии. Установлено, что при $[H_2S] = 45$ мг/л половина подопытных животных – черноморских амфипод *Orchestia bottae* (Milne-Edwards, 1840) погибала менее чем за 2 часа экспозиции. В олиготрофных водах Белого моря потребление растворённого кислорода в инкубационной камере с помещёнными в неё единичными экземплярами морских звёзд *Asterias rubens* (Linnaeus, 1758) составляло 13,55-13,60 мг O_2 /экз./сут. Угнетение исследуемых морских звёзд начинается при концентрации O_2 около 2,6 мг/л. Проведенные наблюдения могут быть использованы при изучении экологии меромиктических водоёмов различного пространственного масштаба и местоположения.

Ключевые слова: меромиктические водоёмы, зообентос, Белое море, Чёрное море

Введение

С учётом наблюдаемых неблагоприятных изменений климата – природных (продолжающееся глобальное постледниковое потепление в Голоцене) и антропогенных (парниковый эффект техногенных выбросов), повышенное внимание привлекают водоёмы, отличающиеся экстремальными условиями обитания для гидробионтов.

Чёрное море – континентальный водоём, обладающий наибольшей в Мировом океане сероводородной зоной. В структуре Белого моря присутствуют аналогичные меромиктические объекты, меньшего пространственного масштаба, но с существенно более высокими уровнями сероводородного заражения среды. Это, прежде всего, озёра-лагуны Кандалакшского залива, отделяющиеся от основного морского бассейна в результате постгляциального поднятия береговой линии. Так, например, содержание H_2S в воде стратифицированного озера Трёхцветное может приближаться к 1 г/л [1].

В настоящей работе представлены экспериментальные данные о потенциальном воздействии высокой концентрации сероводорода и, напротив, дефицита кислорода на функциональное состояние некоторых представителей макрофауны указанных морских водоёмов.

Регион исследований, объекты и методы

Воздействие сероводорода было изучено на примере черноморских рачков-бокоплавов *Orchestia bottae* (Milne-Edwards, 1840) в лабораторных условиях с использованием проточных редокс-ячеек. Это обеспечило возможность совместного присутствия в испытательных камерах растворённых газов-анта-

гонистов – кислорода и сероводорода, причём в заданных количествах. Амфипод *O. bottae* в количестве по 8-19 экз. (11 шт. в среднем) помещали в стеклянную проточную ёмкость объёмом 250 см³ в которую затем, в соотношении 10/1, подавали две разнородные жидкости: а) морскую воду с заданным содержанием растворённого кислорода; б) концентрированный раствор в морской воде сульфида натрия, щелочные свойства которого были нейтрализованы добавкой H₂SO₄ (разб.). Уровень содержания кислорода в первой жидкости регулировали её предварительным вакуумным кипячением при комнатной температуре, что не изменяло другие природные свойства морской воды. В опытах по воздействию гипоксии использовали только раствор (а).

Интегральным показателем реакции морских звёзд Белого моря *Asterias rubens* (Linnaeus, 1758) на гипоксию служили данные о скорости потребления ими растворённого кислорода в условиях, близких *in situ*. При этом, для инкубации объектов макрофауны применялась цилиндрическая камера из оргстекла ёмкостью 400 см³ с газонепроницаемыми стенками толщиной 1,5 см. Концентрацию растворённого кислорода и температуру в воде определяли с помощью LDO-анализатора HACH-HQ40d. Измерения производили в автоматическом режиме, с шагом 15 мин.

Обсуждение результатов

Каждый эксперимент по токсическому воздействию H₂S представлял собой серию инкубаций бокоплавов *O. bottae* в агрессивной среде (сульфидной либо, для сравнения, гипоксической). Минимальная экспозиция составляла 1 час. Затем инкубацию прекращали, бокоплавов из проточной камеры перемещали в аэрированную морскую воду и оценивали их функциональное состояние – визуально и по тактильным реакциям. Пример выявленных закономерностей представлен на рис. 1.

При содержании H₂S 45 мг/л половина подопытных животных погибала менее чем за 2 часа эксперимента. В параллельных контрольных опытах, когда бокоплавов содержали в сосудах с обычной морской водой, жизнеспособность сохраняли 100 % организмов. В ряде случаев, по окончании экспозиции в присутствии H₂S, некоторые особи могли восстанавливать свою двигательную активность. Вместе с тем, это не изменяло финальный результат: во всех проведенных экспериментах наблюдалась быстрая смертность *O. bottae* при воздействии сероводорода и, напротив, их относительно высокая устойчивость к кратковременному дефициту растворённого кислорода (рис. 1).

В олиготрофных водах Белого моря в раннеосенний период (температура воды +11,5 С°) потребление растворённого кислорода (БПК) оказалось чрезвычайно низким. В то же время, БПК в инкубационной камере с помещёнными в неё единичными экземплярами морских звёзд *Asterias rubens* (L., 1758) составляло 13,55-13,60 мг O₂/экз./сут (рис. 2).

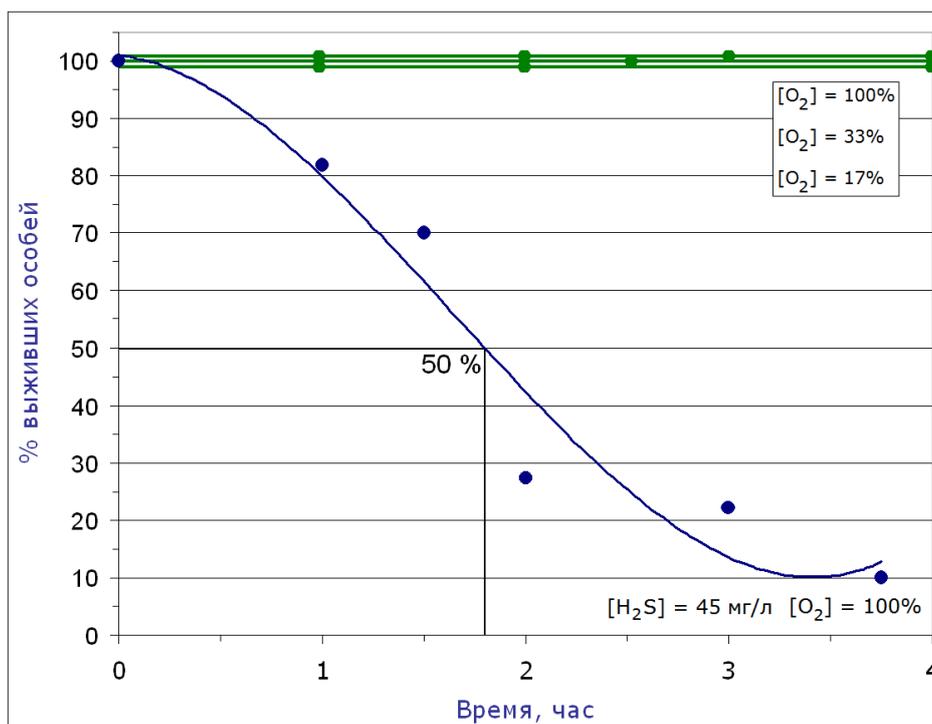


Рис. 1. Реакция *O. bottae* на сероводородное заражение и дефицит кислорода, с полиномиальной аппроксимацией показателя выживаемости особей в присутствии H₂S в серии опытов различной продолжительности.

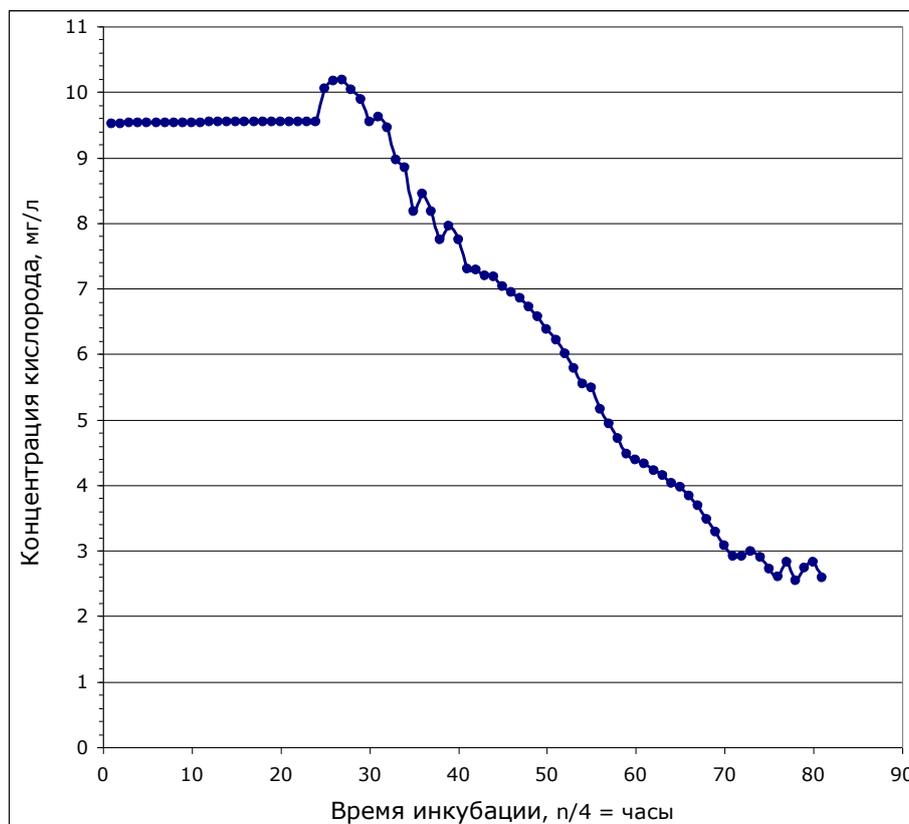


Рис. 2. Динамика утилизации кислорода из водной среды в эксперименте с морскими звездами *Asterias rubens*: линейный участок — потребление O₂ микроорганизмами в водной среде, остальное — суммарно с *A. rubens*.

В целом, в проведенных экспериментах было установлено, что заметное – и визуально, и по динамике БПК – угнетение функционального состояния исследуемых морских звёзд начинается при концентрации O_2 около 2,6 мг/л. Это сопоставимо с опубликованной ранее общей оценкой эффекта кислородной недостаточности на состояние бентосной макрофауны [2], при которой пороговой величиной принята концентрация кислорода 2 мл/л (что соответствует 2,85 мг/л).

Благодарности

Авторы благодарят Краснову Е.Д., Воронова Д.А., Тимофеева В.А. и Чекалова В.П. за помощь в проведении исследований и обсуждение полученных результатов.

Исследование проведено по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», номер государственной регистрации НИОКТР АААА-А18-118021490093-4.

Литература

- [1] Краснова Е.Д. Водоемы, отделяющиеся от моря: разнообразие и типовая структура // Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря. 2017. Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН. С. 115-118.
- [2] Rosenberg R. Effect of oxygen deficiency on benthic macrofauna / Freeland H. J., Farmer D.M., Levings C.D. (Eds) Fjord oceanography. – New York: Plenum Publicatios, 1980. P. 499-514.

S u m m a r y. Experimental data on the functional state of selected representatives of macrozoobenthos under the influence of high concentrations of hydrogen sulfide or sharp hypoxia are presented. It was found that at $[H_2S] = 45$ mg/L, half the quantity of experimental animals – the Black Sea amphipod *Orchestia bottae* (Milne-Edwards, 1840) has been died in less than 2 hours of exposure. In the oligotrophic waters of the White Sea, the consumption of dissolved oxygen in the incubation chamber with single specimens of *Asterias rubens* (L., 1758) was 13.55-13.60 mg O_2 /ind./day. The depression of the studied starfish begins at an O_2 concentration of about 2.6 mg/l. The observations can be used to study the ecology of meromictic reservoirs of various spatial scales as well as various regional location.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КУЛОЙСКОГО ПЛАТО И МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА СОЛЕНОЕ

Н.А. Демиденко¹, Н.Н. Луговой^{2,3}, Н.Е. Зарецкая^{3,4}

¹Государственный океанографический институт им. Н.Н.Зубова, Москва,
demidenko_nikola@mail.ru

²Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, lugovoy-n@yandex.ru

³Институт географии РАН, Москва, n_zaretskaya@inbox.ru

⁴Геологический институт РАН, Москва

STUDY OF THE SMALL ESTUARIES OF THE WESTERN COAST OF KULOY PLATO AND THE MEROMICTIC SALT LAKE

N.A. Demidenko¹, N.N. Lugovoy^{2,3}, N.E. Zaretskaya^{3,4}

¹ N.N.Zubov State Oceanographic Institute, Moscow

² M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

³ Institute of Geography RAS, Moscow

⁴ RAS Geological Institute, Moscow

Аннотация. Исследование процессов осадконакопления в эстуариях малых рек Зимнего берега Белого моря актуально для понимания и моделирования динамики развития крупных эстуариев Северной Двины и Печоры, образования в них приливных дельт в период позднего неоплейстоцена. Активная абразия берегов и мощные вдольбереговые потоки наносов приводят к формированию блокирующих кос и отделению небольших заливов от морской акватории и превращению в лагуны и меромиктические озера. Эти процессы характерны для островов, как например о. Кумбыш, на морском крае дельты р. Северной Двины.

Ключевые слова: эстуарии малых рек, приливные дельты, устьевые косы, вдольбереговой поток наносов, осадконакопление в устьях.

Введение

Авторами начаты исследования по реконструкции поздне-неоплейстоценовой истории юго-восточного Прибеломорья. В качестве одного из ключевых участков было выбрано западное побережье Беломорско-Кулойского плато, где в июле – августе 2020 года проводились полевые работы.

В целях реконструкции особенностей осадконакопления в береговой зоне приливо-отливного моря в позднем неоплейстоцене изучалась современная динамика восточного побережья Двинского залива [1]. Ключевыми участками для изучения современных процессов осадконакопления были выбраны приливные эстуарии малых рек побережья Белого моря и озера, отчлененные от морской акватории, прошедшие стадии морской лагуны и превратившиеся в меромиктические водоемы. Некоторые водоемы были опреснены поверхностным притоком талых весенних вод и атмосферными осадками.

Регион исследований, объекты и методы

Беломорско-Кулойское плато располагается в северной части Восточно-Европейской платформы, и разделяет Двинский и Мезенский заливы Белого моря. Его западное побережье имеет собственное название – Зимний берег. В общей конфигурации выровненной береговой линии Зимнего берега, на которой выполнялись исследования, незначительные углубления представляют эстуарии малых рек, устьевые створы которых блокируются аккумулятивными образованиями.

Для плановой и высотной привязки объектов проводилась детальная геодезическая съёмка отдельных, в том числе – приустьевых, участков восточного берега Двинского залива, а также внешнего обрамления (морского края) дельты р. Северной Двины (о. Кумбыш) методами DGPS измерений и аэрофотосъёмки с БПЛА.

Обсуждение результатов

Проведены рекогносцировочные обследования четырех устьев рек восточного побережья Двинского залива Зимнего берега Белого моря: рек Кереча, Малые Козлы, Куица и Куя (рис. 1). Это приливные эстуарии малых рек с открытым отмелым устьевым взморьем. Основными морскими факторами формирования этих устьев являются приливные колебания уровня с величиной прилива до 1,2 м в сизигию, сильные приливные течения, мощный вдольбереговой поток наносов, направленный на юго-восток в результате преобладающих волнений северо-западных и западных румбов и конфигурация южной части Зимнего берега (от м. Керец до м. Высокий Мох), с генеральным азимутом простирания 330° . Сочетание этих сильных морских факторов и речных с незначительным стоком воды и наносов с дренируемых бассейнов рек, приводит к формированию блокирующей косы с примыканием к коренному берегу на правом северном берегу этих рек, впадающих в море, и мелководного бара или устьевого осередка, препятствующих проникновению приливных волн в русла рек и интрузии соленых морских вод на фазе прилива в речную зону пресных вод. Зоны смешения речных и морских вод ограничены узким участком в реках и на их устьевых взморьях. Речные наносы во взвешенном и влекомом состоянии выносятся с дренируемой территории в устье и аккумулируются, формируя начальную форму дельты в виде островов, осередков, мелей. В период весеннего половодья возможны частичные размывы аккумулятивных форм и берегов и вынос наносов на устьевое взморье. Блокирующие аккумулятивные формы сложены пляжевыми наносами, поступающими в результате абразии морских берегов и подводного берегового склона. При сильных штормах и в периоды весеннего половодья эти косы могут размываться и речной поток устремляется в море, а левая часть основной стоковой бороздины отделяется, превращаясь в старицы и лагуны. Эти процессы наглядны в устьях рек Куица и Малые Козлы.

Устьевой створ р. Кереча полностью блокирован песчаной косой и большими завалами плавника. Наносы, поступающие в устьевой участок, аккумулируются в русле, заиляя дно и берега. В устьях рек Малые Козлы и Куица наблюдается незначительный сток воды в период отлива и вынос речных наносов на устьевое взморье. В фазу прилива при реверсивных обратных течениях взмученные волнением наносы поступают в нижнюю часть эстуариев, формируя отложения смешанного речного и морского происхождения. Самая крупная река, Куя, имеет черты типичного эстуария, подверженного активному воздействию приливных течений и формированию приливной дельты в средней части на расстоянии 2 км от устьевого створа.

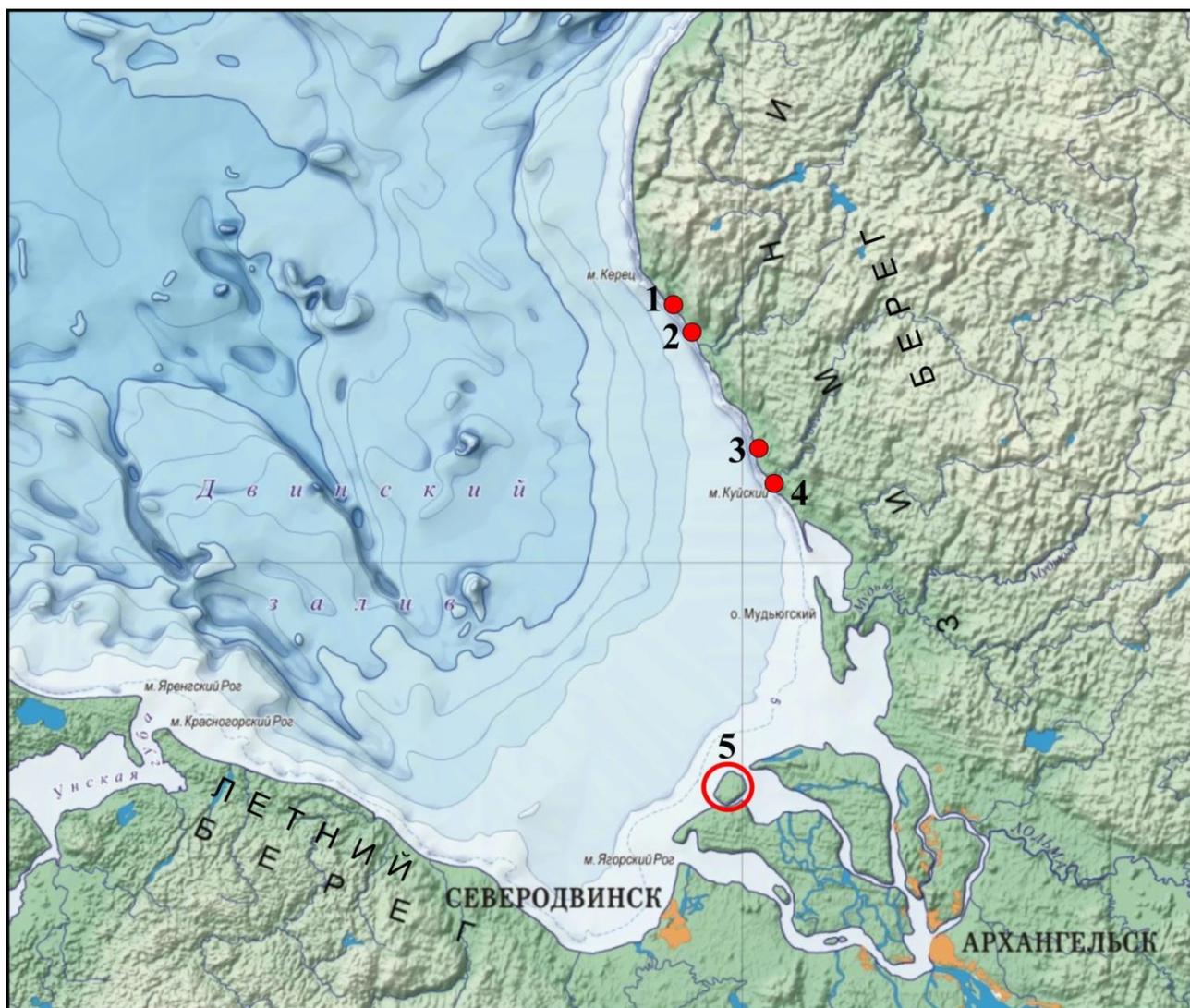


Рис. 1. Карта западного берега Беломорско-Кулойского плато с эстуариями малых рек.

Устья рек: 1 – Керца; 2 – Малые Козлы; 3 – Куица; 4 – Куя; 5 – остров Кумбыш.

Использована топографическая основа [2].

Исследование разной степени изоляции, вплоть до образования лагун, в приливных эстуариях малых рек Зимнего берега, позволяет реконструировать процессы формирования больших приливных дельт Белого и Баренцева морей, таких как дельты рек Северной Двины и Печоры. Во время голоценовой трансгрессии моря устьевые системы крупных рек проходят стадии развития от открытого приливного эстуария, через стадию блокировки морского края эстуария косами и островами к стадии формирования заполнения бассейна лагунно-дельтового типа [3]. Этот этап проходит дельта Северной Двины. Печорская губа находится на более ранней стадии, она отделена от Баренцева моря, цепью островов и банок Гуляевские Кошки с глубокими приливными бороздинами между ними.

В ходе работ был также обследован остров Кумбыш, расположенный в центральной части морского края дельты Северной Двины юго-западнее Мурманского рукава (рис. 1), включая находящееся в его центре озеро Соленое.

Кумбыш наиболее удалён от материковых берегов и приближен к зоне максимальных глубин внутренней части Двинского залива. Такое его расположение обеспечивает острову максимальное воздействие морского волнения. Остров состоит из комбинации нескольких генераций береговых валов (не менее 8 генераций), разделённых заболоченными и заозёрными ложбинами (рис. 2А). Фоновые высоты валов 1-2 м над уровнем моря одинаковы на всех генерациях, отдельные дюнные массивы на них достигают высоты 5 м. По характеру сопряжений аккумулятивных форм, составляющих о. Кумбыш, можно предположить прирастание его территории с наиболее древней – юго-восточной части на северо-запад за счёт причленения новых береговых валов, каждый из которых представлял собой песчаную косу, нарастающую с севера на юг. При этом конфигурации кос разных генераций не совпадают друг с другом. За счёт этого несовпадения между сериями песчаных аккумулятивных форм сохранились ложбины лагунного типа, занятые современными болотами и озёрами, крупнейшим из которых является озеро Солёное с отметкой уреза на момент съёмки 1,5 м над уровнем сизигийного прилива (рис. 2А).

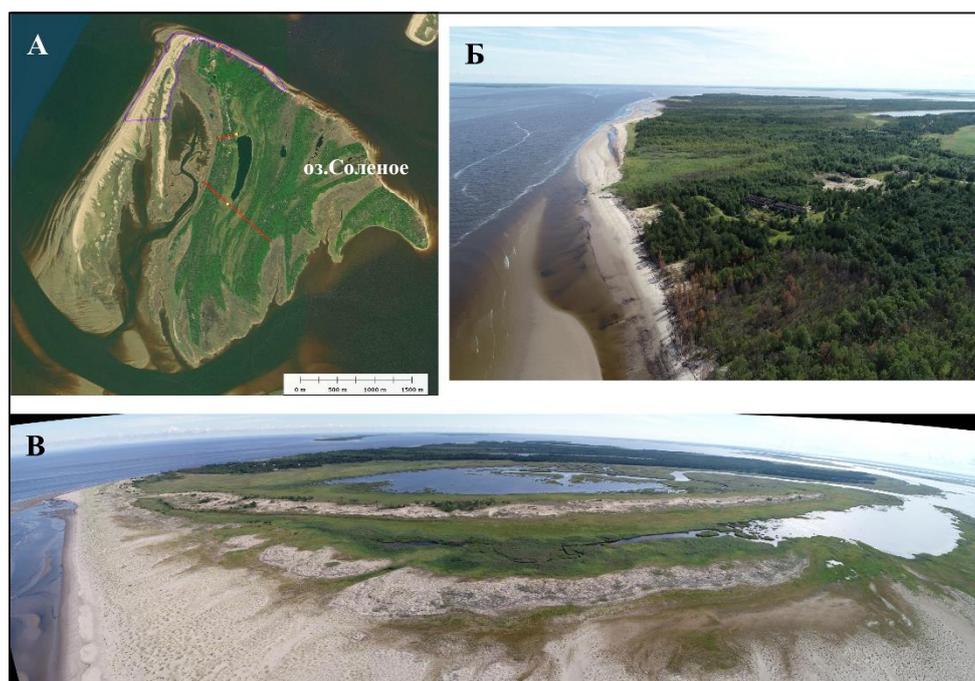


Рис.2. Остров Кумбыш.

А – карта фактического материала. Фиолетовым контуром обозначены участки аэрофотосъемки с БПЛА; красные линии – геодезические (DGPS) профили; Б – съемка БПЛА, вид с севера; В – съемка БПЛА, вид с запада.

В результате действия береговой аккумуляции прекратился водообмен озера с рекой на востоке и морем на северо-западе. Пролив превратился в соленый водоем. Со временем, основным источником питания отделившегося водоема стали талые и дождевые воды. Верхний слой этого образовавшегося озера стал пресноводным, а придонные горизонты содержали реликтовые морские воды. Между этими водными массами сформировался градиентный

слой плотности и ниже границы раздела в морской воде появился сероводород. Водоем превратился в меромиктическое озеро со значительной концентрацией сероводорода в придонном соленом слое. В послевоенные годы на о. Кумбыш была построена военно-морская база и водоснабжение для питьевых и бытовых целей для личного состава было организовано из оз. Соленого. В настоящее время это пресноводный водоем с признаками сероводородного загрязнения в донных илистых осадках в его центральной котловине. Определены размеры озера – длина 920 м, ширина – до 190 м, глубина – 3 м.

Активная современная динамика рельефа острова прослеживается на его берегах. Северо-восточный берег (вдоль Мурманского рукава) активно отступает, по всей его длине развиты активные клифы (рис. 2Б). Морской (северо-западный) берег, не смотря на аккумулятивный облик, подвержен штормовым размывам. Так, отмеченный на топокартах середины XX века остров Сельдяная Кошка по большей части размыт, и частично присоединился к о. Кумбыш (рис. 2В). Здесь же ввиду большого количества незакрепленных песков весьма активно идут эоловые процессы. С южной стороны острова в нескольких глубоко врезанных заливах идет мощная лайдовая аккумуляция, приводящая к их обмелению и заполнению.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-05-00613.

Литература

- [1] Зарецкая Н.Е., Луговой Н.Н., Демиденко Н.А., Баранов Д.В., Ван В.Г. Поздненеоплейстоценовые разрезы западного побережья Беломорско-Кулойского плато: первые данные. // Материалы всероссийской конференции «Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России». Вып. 7. ВНИИОкеангеология, 2020. С. 76-82.
- [2] Никифоров С.Л., Кошель С.М., Фроль В.В. Цифровая модель рельефа дна Белого моря. 2012.
- [3] Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Чернов А.В. и др. Сток воды и морфология русел рек Русской равнины в поздневалдайское время и в голоцене (по данным палеоруслового анализа) // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып.12.

S u m m a r y. The study of sedimentation processes in the estuaries of small rivers of the Zimny coast of the White Sea is relevant for understanding and modeling the dynamics of the development of large estuaries of the rivers Severnaya Dvina and Pechora, the formation of their tidal deltas during the Late Pleistocene. Active coastal abrasion and powerful alongshore sediment flows lead to the formation of blocking streamers and the separation of small bays from the sea area and transformation into lagoons and meromictic lakes. These processes are typical for islands, such as Kumbys, on the maritime edge of the Severnaya Dvina river delta.

МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРОСОМНЫХ БАКТЕРИОХЛОРОФИЛЛОВ В ЭКСТРАКТАХ

А.А. Жильцова¹, В.В. Рымарь¹, П.С. Емельянцева¹, О.А. Филиппова¹,
Е.Д. Краснова¹, Д.А. Воронов², С.В. Пацаева¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, aa.zhiljtcova@physics.msu.ru, e_d_krasnova@mail.ru,
spatsaeva@mail.ru

²Институт проблем передачи информации РАН, г. Москва, da_voronov@mail.ru

METHODS FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF CHLOROSOME BACTERIOCHLOROPHYLLS IN NATURAL WATER SAMPLES

A.A. Zhiltsova¹, V.V. Rymar¹, P.S. Emeliantsev¹, O.A. Filippova¹,
E.D. Krasnova¹, D.A. Voronov¹, S.V. Patsaeva¹

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Institute for Information Transmission Problems RAS, Moscow

Аннотация. Важной характеристикой водоема является пигментный состав различных групп фотосинтезирующих микроорганизмов, его распределение по глубине водоема и изменение в разные сезоны. В работе описаны методы количественного определения хлоросомных бактериохлорофиллов (Бхл), основных фотосинтетических пигментов зеленых серных бактерий, в экстрактах. Эти методы актуальны для изучения стратифицированных водоемов, отделяющихся от Белого моря, где в сообществах аноксигенных фототрофов доминируют зеленые серобактерии. Приведены примеры распределения Бхл по глубине, полученные для Трехцветного озера в сентябре 2020 года с помощью каждого из методов – абсорбционного и флуоресцентного.

Ключевые слова: зеленые серные бактерии, бактериохлорофиллы, спектры поглощения, флуоресценция.

Введение

Важной характеристикой водоема, связанной с происходящими в нем процессами продукции и деструкции органического вещества, является пигментный состав различных групп фотосинтезирующих микроорганизмов, его распределение по глубине водоема и изменение в разные сезоны. Особый интерес вызывают методики, которые можно применять для стратифицированных водоемов, отделяющихся от Белого моря, где в сообществах аноксигенных фототрофов доминируют зеленые серобактерии (ЗСБ) [1-3]. Бактериохлорофиллы (Бхл) являются фотосинтетическими пигментами ЗСБ, содержащимися в сильно агрегированной форме в специфических органеллах – хлоросомах. Различают две разновидности ЗСБ: зеленоокрашенные, содержащие преимущественно Бхл *d*, и коричневоокрашенные, содержащие Бхл *e*.

Для определения концентрации хлоросомных Бхл в экстрактах часто используют эмпирическую формулу, которая была получена в работах Оверманна и Тилзера [6]. Нашим коллективом разработана методика определения концентраций двух пигментов Бхл *d* и Бхл *e* при их одновременном присутствии (при наличии сразу двух разновидностей ЗСБ – зеленоокрашенных и коричневоокрашенных) в пробах с помощью анализа длинноволнового и коротковолновых пиков в спектрах поглощения экстрактов [5].

Объекты и методы

Спектры поглощения экстрактов измеряли с помощью спектрофотометра Solar PB 2201 в кювете с длиной оптического пути 1 см. Спектры испускания и возбуждения флуоресценции измеряли на спектрофлуориметре Solar CM2203.

Из осажденных на фильтре ЗСБ были приготовлены экстракты Бхл *d* и Бхл *e* в следующих растворителях: ацетоне (100%), этаноле (96%), метаноле (100%), смеси ацетона и метанола (7:2), смеси ацетона и этанола (7:2). Для каждого из растворителей приготовлены по четыре разведения от исходного экстракта для последующего расчета коэффициентов экстинкции.

Для количественного определения Бхл по спектрам флуоресценции в сентябре 2020 года были отобраны пробы воды из озера Трехцветного (Кандалакшский залив Белого моря). Отбор проб производился многошприцевым пробоотборником с шагом по глубине 2,5 см, начиная с глубины 2 м. Экстракты Бхл из проб природной воды приготовлены путем добавления 1 мл воды с клетками бактерий к 4 мл смешанного ацетон-этанолового растворителя, взятого в пропорции 7:2.

Спектры поглощения экстрактов Бхл

Измеренные спектры поглощения разведений ацетоновых экстрактов Бхл *d* и Бхл *e* представлены на рисунке 1. По измеренным спектрам поглощения определены концентрации Бхл *d* для разведений ацетонового экстракта, для которых коэффициент экстинкции известен.

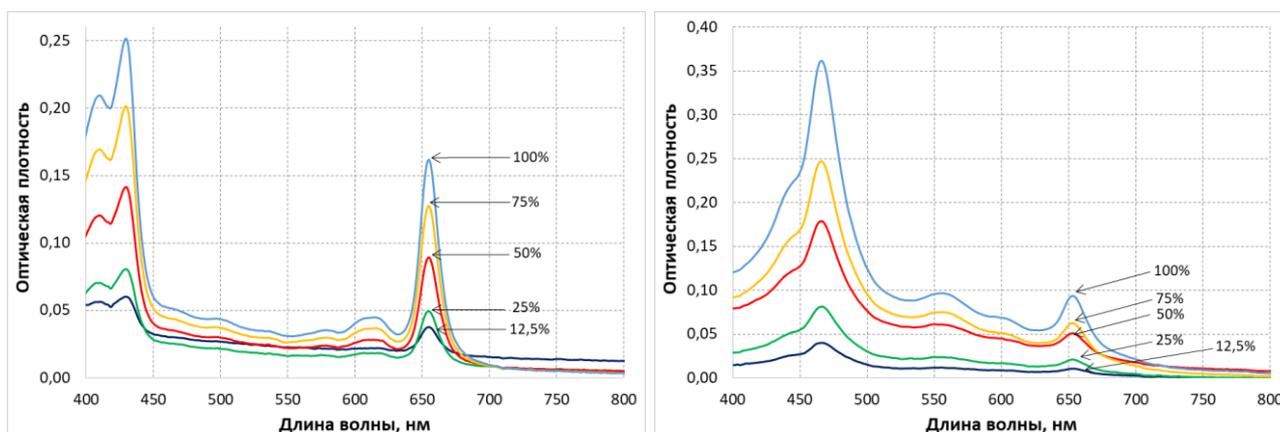


Рис. 1. Спектры поглощения ацетоновых экстрактов различной концентрации: Бхл *d* (слева) и Бхл *e* (справа).

Концентрации C Бхл *d* и *e* ($\text{мг}/\text{м}^3$) рассчитывали по формулам, полученным из закона Бугера-Ламберта-Бера: $C(\text{Бхл } d) = \frac{D_{655}}{\varepsilon_{\text{Бхл } d} \cdot l} \cdot 10^6$ и $C(\text{Бхл } e) = \frac{D_{655}}{\varepsilon_{\text{Бхл } e} \cdot l} \cdot 10^6$, где D_{655} – оптическая плотность на длине волны 655 нм, откорректированная на рассеяние; $\varepsilon_{\text{Бхл } d}$ и $\varepsilon_{\text{Бхл } e}$ – коэффициенты экстинкции Бхл *d* и *e* в ацетоновом экстракте ($\varepsilon_{\text{Бхл } d} = 98 \text{ л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ [7], $\varepsilon_{\text{Бхл } e} = 58,6 \text{ л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ [4]); l – длина оптического пути кюветы (см).

По углу наклона зависимостей D_{655} от C определены коэффициенты экстинкции Бхл d и e для остальных растворителей, которые составили для Бхл d : $74,6 \pm 2,0 \text{ л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ (в этаноле), $98,7 \pm 1,4 \text{ л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ (в смеси ацетона и этанола 7:2), $60,8 \pm 1,9 \text{ л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ (в смеси ацетона и метанола 7:2). Для Бхл e в этаноле полученный коэффициент совпал в пределах погрешности с табличным значением [4] и равнялся $49,6 \pm 1,3 \text{ л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$; и $42,9 \pm 0,8 \text{ л}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ для смеси ацетона и этанола 7:2. Полученные в работе коэффициенты экстинкции можно использовать для количественной диагностики Бхл фототрофного микробного сообщества в отделяющихся водоемах Белого моря.

Спектры флуоресценции экстрактов Бхл

Наряду со спектрами поглощения для количественной диагностики Бхл в экстрактах впервые была предпринята попытка использовать спектры флуоресценции. Спектры испускания флуоресценции экстрактов при возбуждении длинами волн короче 620 нм характеризуются двумя пиками: главным пиком с максимумом примерно при 660 нм и менее интенсивным длинноволновым «плечом» (рис. 2).

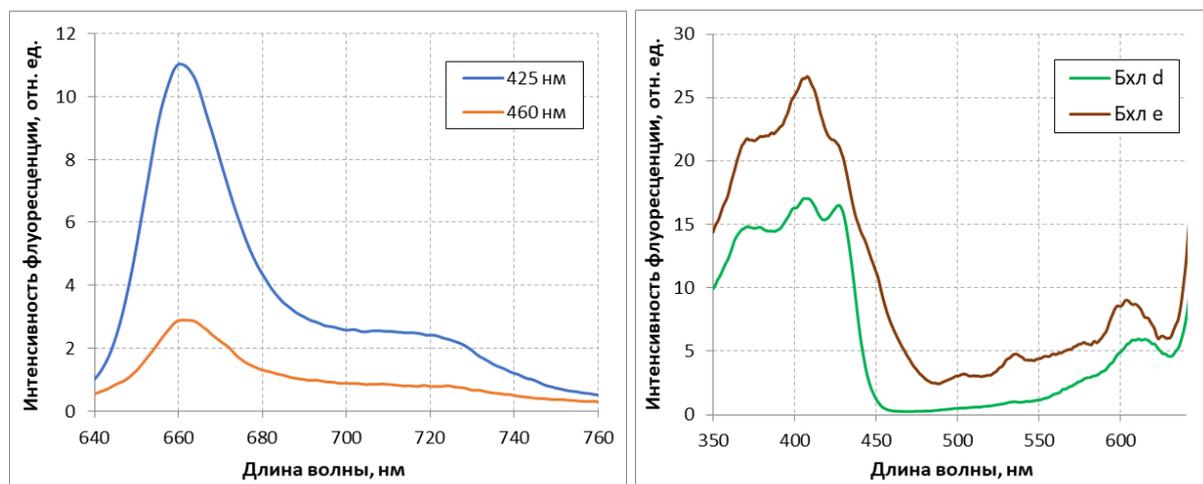


Рис 2. Спектры испускания флуоресценции экстрактов Бхл e при разных длинах волн возбуждения (слева); Спектры возбуждения флуоресценции экстрактов Бхл d и Бхл e при регистрации на длине волны испускания 660 нм.

Положение максимума и «плеча» в спектре испускания не зависит от длины волны возбуждения для индивидуальных пигментов: 664 нм (главный максимум) и 723 нм для Бхл d , 660 нм (главный максимум) и 715 нм для Бхл e . Однако в смеси пигментов происходит наложение полос, и близость максимумов испускания не позволяет разделить вклад в эти спектры в случае их одновременного присутствия в экстракте.

В спектрах поглощения экстрактов в органическом растворителе проявляются разные максимумы поглощения для разных Бхл, и, соответственно, в спектрах возбуждения флуоресценции мы также обнаружили максимумы на разных длинах волн для разных пигментов (Бхл d и e) (рис. 2).

Распределение бактериохлорофилла по глубине в Трехцветном озере, полученное абсорбционным и флуоресцентным методами

Известно, что в хемоклине Трехцветного озера в значительных количествах присутствует только зеленоокрашенная форма ЗСБ, содержащая Бхл *d*. Это облегчило задачу количественного определения концентрации Бхл по спектрам поглощения. Расчет концентрации Бхл по спектрам поглощения проводился по методике из работы [3].

Для количественного определения пигментов в пробе воды можно использовать также измерение флуоресценции экстракта пигментов в органическом растворителе, а калибровку интенсивности флуоресценции по концентрации пигмента провести по спектрам поглощения разработанным ранее методом с использованием коэффициента экстинкции. В данной работе были измерены спектры испускания флуоресценции при возбуждении светом с длиной волны 425 нм (полоса поглощения Бхл *d*). По концентрации, полученной для пробы 12 с глубины 2,275 м, определили коэффициент пересчета, связывающий интенсивность флуоресценции в максимуме полосы и концентрацию Бхл. Полученное распределение Бхл по глубине приведено на рисунке 3. Отметим, что для приготовления экстрактов использовали 1 мл каждой пробы, этого количества не хватило бы для концентрирования пробы при традиционном методе измерения концентрации пигмента по спектрам поглощения.

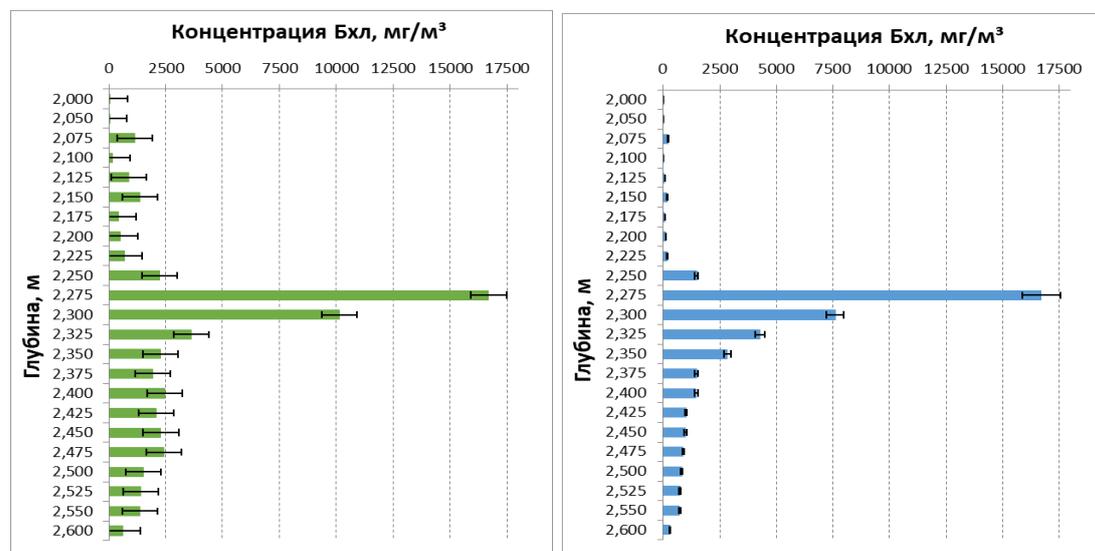


Рис. 3. Распределение концентрации Бхл по глубине в области хемоклина в оз. Трехцветном, полученное по спектрам поглощения (слева) и флуоресцентным методом (справа). Отбор проб был произведен с шагом по глубине 2.5 см, начиная с глубины 2 м, в сентябре 2020 г.

Основные результаты и выводы

В работе описаны методы количественного определения хлоросомных Бхл в экстрактах, основанные на измерении спектров поглощения или испускания флуоресценции. Приведены примеры распределения Бхл по глубине, полученные для хемоклина Трехцветного озера в сентябре 2020 года с

помощью каждого из методов. В ходе работы было показано, что метод, основанный на измерении спектров флуоресценции, является более чувствительным, так как позволяет измерять на порядок меньшие концентрации пигмента, чем классический способ, использующий в своей основе спектры поглощения Бхл. Еще одним преимуществом разработанного нами нового метода, является тот факт, что на флуоресцентные измерения меньше влияет эффект светорассеяния, неизбежный при любых оптических измерениях без предварительного удаления частиц клеток (осаждением или фильтрацией).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377). Жильцова А.А. является стипендиатом Фонда БАЗИС.

Литература

- [1] Емельянцева П.С., Жильцова А.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Рымарь В.В., Пацаева С.В. Определение концентрации хлоросомных бактериохлорофиллов по спектрам поглощения клеток зеленых серных бактерий в пробах природной воды // Вестник Моск-го ун-та. Сер. 3: Физика, астрономия. 2020. № 2. С. 25-30.
- [2] Жильцова А.А., Харчева А.В., Краснова Е.Д. и др. Спектральное исследование зеленых серных бактерий в стратифицированных водоемах Кандалакшского залива Белого моря // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31, № 3. С. 233-239.
- [3] Лунина О.Н., Жильцова А.А., Емельянцева П.С., Саввичев А.С., Пацаева С.В. Количественное определение бактериохлорофиллов *d* и *e* в экстрактах при совместном присутствии зелено- и коричневоокрашенных зеленых серобактерий в образцах природной воды // Микробиология. 2019. Т. 88, № 6. С. 740-743.
- [4] Borrego C.M. et al. The molar extinction coefficient of bacteriochlorophyll *e* and the pigment stoichiometry in *Chlorobium phaeobacteroides* // Photosynth. Res. 1999. Vol. 60. P. 257-264.
- [5] Kharcheva A., Zhiltsova A., Emeliantsev P. et al. Spectrophotometric quantification of chlorosomal bacteriochlorophyll in intact cells of green sulphur bacteria: monocultures and natural water // EARSeL eProceedings. 2018. Vol. 17. Iss.1. P. 7-15.
- [6] Overmann J., Tilzer M. Control of primary productivity and the significance of photosynthetic bacteria in a meromictic kettle lake Mittlerer Buchensee, West-Germany // Aquatic Sciences. 1989. Vol. 51. Iss. 4. P. 261-278.
- [7] Stanier R.Y., Smith J.H.C. The chlorophylls of green bacteria // Biochim Biophys Acta. 1960. Vol. 41. P. 478-484.

S u m m a r y. An important characteristic of the natural water reservoir is the pigment composition of various groups of photosynthetic microorganisms, its depth distribution and changes in different seasons. The paper describes methods for the quantitative determination of chlorosomal bacteriochlorophylls (BChl), the main photosynthetic pigments of green sulfur bacteria, in extractions. These methods are relevant for studying stratified water bodies separating from the White Sea, where green sulfur bacteria dominate in the communities of anoxygenic phototrophs. The examples of BChl distribution by depth for the Lake Trekhtzvetnoe in September 2020 using both methods, absorption and fluorescence, are given.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ ФИТОПЛАНКТОНА КИСЛО-СЛАДКОГО ОЗЕРА

Д.А. Иванова¹, И.Г. Радченко¹, Е.Д. Краснова¹, Д.А. Воронов^{1,2}

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da.ivanova99@yandex.ru

² ИППИ им. А.А. Харкевича РАН, г. Москва

SEASONAL BIOMASS DYNAMICS OF DOMINANT PHYTOPLANKTON SPECIES IN KISLO-SLADKOE LAKE

D.A. Ivanova¹, I.G. Radchenko¹, E.D. Krasnova¹, D.A. Voronov^{1,2}

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow

² Institute for Information Transmission Problems of RAS, Moscow

Аннотация. Пробы фитопланктона отбирали в Кисло-Сладком озере, отделяющемся от Белого моря, в течение вегетационного периода водорослей с марта по октябрь 2019 года. Интегрированная биомасса в столбе воды изменялась от 0,01 г С/м² в марте, достигала 5,83 г С/м² в период весеннего цветения в конце мая и до октября менялась в пределах 0,07–0,29 г С/м². Распределение биомассы фитопланктона и доминирующих видов с глубиной изменялось в связи с динамикой гидрологических и гидрохимических характеристик отдельных слоев водоема.

Ключевые слова: фитопланктон, биомасса, меромиктическое озеро.

Введение

На побережье Белого моря в результате постгляциального подъема берега многие заливы отделяются от моря и превращаются в меромиктические озера. Один из таких водоемов – озеро Кисло-Сладкое (66°32'54"N, 33°08'05"E), находится в начале изоляции, морская вода поступает в него только в сизигийный прилив и не нарушает стратификацию [1]. Изоляция и специфические гидрологические условия приводят к развитию биоты, отличной от беломорской. Исследования сукцессии фитопланктона в частично изолированных от Белого моря озёрах ранее не проводились. Данная работа представляет собой анализ сезонной динамики биомассы и доминирующих видов фитопланктона после промывки оз. Кисло-Сладкое зимой 2018/19 гг.

Материалы и методы

Для исследования фитопланктона отбирали пробы воды (≈ 2 л) с нескольких горизонтов с помощью погружного насоса Whale Premium Submersible Pump GP1352 (США) и фиксировали формалином с конечной концентрацией 2%. Одновременно измеряли соленость (WTW Cond 3110) и освещенность (AR813A, модифицированным для погружения под воду). Пробы концентрировали методом обратной фильтрации (диаметр пор 5 мкм). Все пробы просчитывали под микроскопом МИКМЕД-1 (ЛОМО, Россия) при увеличении $\times 300$ и с водной иммерсией при увеличении $\times 600$ в камере Нажотта (объем 0,05 мл). Просчитывали по 3-4 камеры для каждой пробы. Для верификации видовой принадлежности диатомовые водоросли просматривали под электронным микроскопом (СAM-Scan). Неидентифицированные коккоидные и жгутиковые клетки от 3 до 32 мкм были объединены в группу НКЖ с градацией по размерам. Для расчета углеродной биомассы (B_C) объема

клеток определяли методом геометрического подобия [2] с последующим переводом в единицы углерода [4]. Интегрированную углеродную биомассу (B_{int} , г С/м²) в столбе воды оценивали трапециевидным интегрированием B_C от поверхности до дна. Способ питания водорослей определяли по электронной базе (<http://nordicmicroalgae.org>) или визуально по наличию хлорофилла.

Результаты

В период исследований с 17 марта по 3 октября 2019 г. обнаружено 95 таксонов фитопланктона, большая часть которых определена до вида или рода. B_{int} в столбе воды изменялась от 0,01 г С/м² в марте, достигала 5,83 г С/м² в период весеннего цветения в конце мая и до октября менялась в пределах 0,07–0,29 г С/м² (рис. 1).

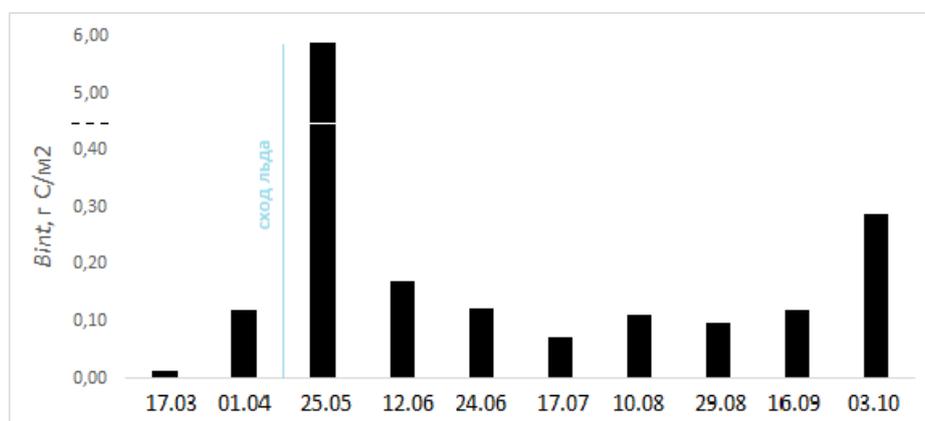


Рис.1. Сезонная динамика интегрированной биомассы (B_{int}) фитопланктона.

Подо льдом в марте (17.03) и апреле (01.04) B_C фитопланктона уменьшалась с глубиной (табл. 1). В середине марта преобладали гетеротрофные динофлагелляты *Micracanthodinium claytonii*, *Peridiniella danica*, бесцветные криптофитовые водоросли, а также фототрофные НКЖ. В апреле в подледном фитопланктоне основную массу составляли фототрофные пеннатные диатомовые водоросли *Nitzschia frigida* и *Navicula septentrionalis*, которые, по-видимому, поступали в толщу воды из льда, а также планктонная одиночная диатомовая водоросль *Chaetoceros* sp. НКЖ обильны были только в придонном слое.

В мае (25.05) после схода ледового покрова установилась стратификация водного столба с опреснённым верхним слоем. B_C фитопланктона достигала наибольшие за весь период исследований значения. При этом на всех глубинах доминировала морская фототрофная диатомовая водоросль *Chaetoceros invisibilis*.

В июне (12.06) B_C увеличивалась от поверхности ко дну. Максимальные значения в придонных слоях связаны с доминированием гетеротрофной водоросли *Ebria tripartita*, которая вегетировала во всех слоях, кроме поверхностного, и *Chaetoceros invisibilis*, который присутствовал на всех изученных горизонтах.

В конце июня (24.06) наибольшие значения B_C также отмечены в придонном слое, где доминировали динофитовые автотрофная водоросль *Gymnodinium arcticum* и гетеротрофная – *Gyrodinium fusiforme*.

В опресненных поверхностных водах в июне преобладали такие пресноводные виды, как *cf. Nanofrustulum trainorii*, *Microcystis ichtyoblabe*, *Microcystis pulvereae*, *Cyclotella choctawhatcheeana* и, по-видимому, пресноводные НКЖ, дававшие вклад в B_C до 29%.

В июле (17.07) максимальные значения B_C отмечены на поверхности, где наибольший вклад давала *Ebria tripartita*, и на глубине 3,6 м, где большей частью доминировали также гетеротрофные водоросли: динофитовые *Oxvrrhis marina*, растущая только в этом слое, и *Gyrodinium fusiforme*, вегетация которой распространялась на все слои, кроме поверхностного и придонного.

С августа по октябрь в планктоне преобладали гетеротрофные формы динофлагеллят. Наибольшие значения B_C определялись высоким обилием водоросли *Oxvrrhis marina*.

Таблица 1. Углеродная биомасса фитопланктона (B_C) и доминирующие виды

Глубина	B_C , мг С/м ³	Доминирующие виды, величина вклада в B_C (%)
17.03.2019		
0,5 м	5,84	<i>Micracanthodinium claytonii</i> (43%), spp. Cryptophyta (19%), <i>Nitzschia frigida</i> (14%)
2,5 м	1,08	НКЖ 3-8 μm (45%), spp. Cryptophyta (27%), <i>Gonyaulax spinifera</i> (10%)
3,5 м	2,62	spp. Cryptophyta (32%), <i>Peridiniella danica</i> (29%), НКЖ 3-8 μm (22%)
01.04.2019		
0,5 м	73,26	<i>N. frigida</i> (36%), <i>Navicula septentrionalis</i> (33%), <i>Chaetoceros</i> sp. (25%)
2,5 м	5,92	<i>N. frigida</i> (52%), <i>N. septentrionalis</i> (26%), spp. Euglenozoa (10%)
3,5 м	0,51	<i>N. frigida</i> (34%), <i>N. septentrionalis</i> (33%), НКЖ 3-8 μm (22%)
25.05.2019		
0,5 м	462,94	<i>Chaetoceros invisibilis</i> (90%)
1,5 м	705,69	<i>C. invisibilis</i> (99%)
2,5 м	2287,40	<i>C. invisibilis</i> (98%)
3,5 м	1922,34	<i>C. invisibilis</i> (98%)
4,0 м	1672,38	<i>C. invisibilis</i> (98%)
4,3 м	1751,62	<i>C. invisibilis</i> (83%), naked dinoflagellate (14%)
12.06.2019		
0,5 м	5,72	НКЖ 3-8 μm (29%), <i>Microcystis ichtyoblabe</i> (15%), НКЖ 10-16 μm (14%), <i>Cyclotella choctawhatcheeana</i> (12%), <i>C. invisibilis</i> (10%)
1,5 м	28,47	<i>Oblea rotunda</i> (35%), <i>Ebria tripartita</i> (22%), <i>Gyrodinium fusiforme</i> (12%)
2,5 м	30,94	<i>E. tripartita</i> (24%), НКЖ 10-16 μm (18%), <i>O. rotunda</i> (12%), <i>C. invisibilis</i> (11%), НКЖ 3-8 μm (11%)
3,5 м	70,81	<i>E. tripartita</i> (36%), <i>C. invisibilis</i> (29%), <i>Gymnodinium arcticum</i> (14%), <i>M. claytonii</i> (11%)
4,3 м	104,97	<i>E. tripartita</i> (32%), <i>C. invisibilis</i> (14%)
24.06.2019		
0,5 м	8,64	<i>M. ichtyoblabe</i> (29%), <i>cf. Nanofrustulum trainorii</i> (21%), НКЖ 3-8 μm

		(16%), <i>C. choctawhatcheeana</i> (15%)
1,5 м	2,77	<i>Microcystis pulverea</i> (22%), НКЖ 3-8 µm (19%), <i>cf. N. trainorii</i> (14%), НКЖ 10-16 µm (12%)
2,5 м	9,58	<i>E. tripartita</i> (49%), <i>G. arcticum</i> (24%)
3,5 м	47,82	<i>G. arcticum</i> (50%), <i>E. tripartita</i> (23%), <i>M. claytonii</i> (16%)
4,5 м	104,45	<i>G. arcticum</i> (72%), <i>G. fusiforme</i> (23%)
17.07.2019		
0,5 м	40,52	<i>E. tripartita</i> (62%), <i>G. arcticum</i> (10%), НКЖ 10-16 µm (10%)
1,5 м	7,95	НКЖ 3-8 µm (35%), <i>cf. N. trainorii</i> (23%), <i>C. choctawhatcheeana</i> (14%)
2,5 м	1,50	НКЖ 3-8 µm (43%), <i>Dinophysis norvegica</i> (27%), НКЖ 10-16 µm (13%)
3,5 м	3,50	НКЖ 10-16 µm (42%), <i>G. fusiforme</i> (29%), НКЖ 3-8 µm (17%)
3,6 м	56,27	<i>Oxyrrhis marina</i> (43%), <i>G. fusiforme</i> (34%), НКЖ 3-8 µm (14%)
4,1 м	7,83	<i>Kaptonema laetevirens</i> (50%), НКЖ 3-8 µm (21%), <i>M. ichtyoblabe</i> (20%)
10.08.2019		
0,5 м	4,96	<i>E. tripartita</i> (86%)
1,5 м	0,29	НКЖ 3-8 µm (86%)
2,5 м	5,90	<i>D. norvegica</i> (65%), НКЖ 3-8 µm (33%)
3,0 м	17,45	<i>E. tripartita</i> (35%), НКЖ 3-8 µm (33%), <i>G. arcticum</i> (23%)
3,4 м	179,49	<i>O. marina</i> (85%), <i>G. arcticum</i> (10%)
4,0 м	10,11	НКЖ 3-8 µm (81%), НКЖ 10-16 µm (13%)
29.08.2019		
0,5 м	6,66	naked dinoflagellate (32%), <i>E. tripartita</i> (16%), <i>Diplopsalis lenticula</i> (14%), <i>M. claytonii</i> (10%)
1,5 м	7,73	<i>E. tripartita</i> (53%), naked dinoflagellate (18%), <i>D. lenticula</i> (12%)
2,5 м	11,81	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (44%), <i>G. fusiforme</i> (22%)
3,4 м	127,96	<i>O. marina</i> (98%)
3,5 м	172,25	<i>O. marina</i> (95%)
16.09.2019		
0,5 м	18,25	<i>O. marina</i> (25%), naked dinoflagellate (25%), <i>E. tripartita</i> (13%), <i>Protoperdinium claudicans</i> (12%)
1,5 м	41,20	<i>E. tripartita</i> (35%), <i>O. marina</i> (17%), <i>Gyrodinium</i> sp. (16%), <i>G. fusiforme</i> (13%)
2,5 м	30,07	<i>G. fusiforme</i> (90%)
3,0 м	87,38	<i>O. marina</i> (79%), <i>G. fusiforme</i> (17%)
3,3 м	13,80	<i>O. marina</i> (46%), НКЖ 3-8 µm (43%)
3,4 м	17,52	НКЖ 3-8 µm (58%), НКЖ 10-16 µm (25%), <i>O. marina</i> (14%)
03.10.2019		
0,5 м	3,83	<i>O. marina</i> (51%), <i>G. fusiforme</i> (37%)
1,5 м	7,38	<i>O. marina</i> (26%), <i>G. fusiforme</i> (57%)
2,5 м	27,01	<i>O. marina</i> (13%), <i>G. fusiforme</i> (74%), <i>Lebouridinium glaucum</i> (12%)
3,5 м	52,56	<i>O. marina</i> (71%), <i>G. fusiforme</i> (27%)
3,8 м	891,14	<i>O. marina</i> (98%)
3,9 м	750,54	<i>O. marina</i> (99%)

Обсуждение

Биомасса подлёдного фитопланктона возрастала с середины марта до начала апреля на фоне уменьшения обилия гетеротрофных форм, что обусловлено увеличением падающей радиации и, соответственно, улучшением

световых условий для фототрофных водорослей. После схода ледового покрова и снятия светового лимитирования в мае отмечено весеннее цветение со значительным преобладанием автотрофной водоросли *C. invisibilis*. Развитие солёностной стратификации привело в июне к расслоению сообществ фитопланктона. В поверхностном, опреснённом слое воды начали развиваться пресноводные фототрофные водоросли, в подповерхностных слоях с морской солёностью развивались морские водоросли с преобладанием гетеротрофных и миксотрофных форм. Начиная с июля, с разрушением галоклина, в планктоне основной вклад в биомассу давали морские, преимущественно гетеротрофные формы, развитие которых, по-видимому, обусловлено исчерпанием биогенных элементов и световым лимитированием в придонных слоях.

Развитие подлёдного фитопланктона в Кисло-Сладком озере в марте – апреле происходило аналогично таковому морской акватории [3], что соответствует начальной, морской стадии изоляционной сукцессии. После схода ледового покрова в планктоне доминировали виды, не характерные для морской акватории, что соответствовало началу изоляционной стадии сукцессии в озере.

Благодарности

Работа по анализу проб в сканирующем электронном микроскопе выполнена на оборудовании ЦКП Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377).

Литература

- [1] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А.* и др. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Труды Беломорской биостанции МГУ. Т. 12). М.: Изд-во КМК, 2016. С. 211-241.
- [2] *Hillebrand H., Durselen C.D., Kirschtel D. et al.* Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // *Journal of Phycology*. 1999. V.35, №2. С. 403-424.
- [3] *Ilyash L.V. et al.* Phytoplankton of the White Sea // *Biogeochemistry of the atmosphere, ice and water of the White Sea*. – Springer, Cham, 2018. P. 187-222.
- [4] *Menden-Deuer S., Lessard E.J.* Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnol. Oceanogr.* 2000. V. 45, №3. P. 569-579.

S u m m a r y. Phytoplankton samples were taken in Kislo-Sladkoe Lake, separating from the White Sea, during the algae growing season from March to October 2019. The integrated biomass in the water column changed from 0.01 g C/m² in March, reached 5.83 g C/m² during the spring bloom in late May and varied within 0.07–0.29 g C/m² until October. The distribution of the phytoplankton biomass and dominant species changed with depth due to the dynamics of hydrological and hydrochemical characteristics of individual layers of the reservoir.

ВНЕЗАПНЫЙ ЗАМОР БЕНТОСА ИЗ-ЗА ПОЯВЛЕНИЯ СУЛЬФИДНОЙ ЗОНЫ В ГУБЕ ЛОБАНИХА В АВГУСТЕ 2020 Г. (БЕЛОЕ МОРЕ, КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ)

Е.Д. Краснова¹, Д.А. Воронов², С.В. Пацаева¹, Н.М. Кокрятская³, А.Э. Жадан¹,
А.Б. Цетлин¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, e_d_krasnova@mail.ru; spatsaeva@mail.ru;
azhadan@mail.ru; atzetlin@gmail.com

²ИППИ РАН, г. Москва, da_voronov@mail.ru

³ФИЦКИА УрО РАН им. Н.П. Лаверова, г. Архангельск, nkokr@yandex.ru

SUDDEN DEATH OF BENTHOS DUE TO APPEARANCE OF SULFIDE ZONE IN THE BAY LOBANIKA IN AUGUST 2020 (WHITE SEA, KANDALAKHISKY BAY)

E.D. Krasnova¹, D.A. Voronov¹, S.V. Patsaeva¹, N.M. Kokryatskaya⁴, A.E Zhadan¹,
A.B. Tzetlin¹

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Institute for Information Transmission Problems RAS, Moscow

³N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research UrB RAS, Arkhangelsk

Аннотация. В ковшовой губе Лобаниха (Белое море, о. Великий, Кандалакшский государственный природный заповедник) летом 2020 г. зарегистрировано появление сероводорода в придонной зоне до глубины 8 м и замор бентоса ниже этой глубины. Рассматриваются причины сезонной аноксии и ее последствия.

Ключевые слова: сезонная аноксия, бентос, ковшовая губа, стратификация.

Введение

В сентябре 2020 г. на западном побережье Камчатки произошел замор донной фауны, приоритетной версией его причин признан красный прилив. Для уверенного прогнозирования таких событий необходимо детальное документирование аналогичных сюжетов. Один такой случай представился нам летом 2020 г. при наблюдениях в ковшовой губе Лобаниха на острове Великом, принадлежащем Кандалакшскому государственному природному заповеднику (Белое море, Кандалакшский залив).

Объекты и методы

Ковшовая губа Лобаниха соединена с морем узким (100 м) мелководным проливом (максимальная глубина во время малой воды около 2 м). Губа состоит из двух лопастей-заливов: западного и восточного. В западной лопасти дно плоское, преобладающая глубина около 9,8 м, наибольшая глубина 13,5 м находится в центре на траверсе порога (66°33.354' С; 33°14.217' В). Восточная лопасть губы мелкая, наибольшая глубина в ее центре 1,3 м. В губу впадает несколько ручьев, причем один – достаточно мощный для заметного опреснения поверхностного слоя, что создает условия для плотностной стратификации. Наблюдения за губой Лобаниха начаты в августе 2014 г. В 2020 г. губа обследована 18 июля, 19 и 20 августа, 4, 9 и 20 сентября и 9 октября. В самой глубокой точке во время малой воды производили зондирование для определения *in situ* температуры, солености, редокс-потенциала, концентрации растворенного в воде кислорода и освещенности. С помощью погружного насоса

с разной глубины отбирали пробы воды для изучения массовых форм микроорганизмов, для гидрохимических исследований и измерения спектров поглощения воды.

Результаты

Данные о температуре и солености воды в 2014 и 2020 г. указывают на наличие вертикальной стратификации. В августе 2014 г. начиная с глубины 9 м залегала более соленая холодная вода. В 2020 г. мы зарегистрировали не только вертикальную стратификацию, но и ее изменения в течение сезона (рис. 1).

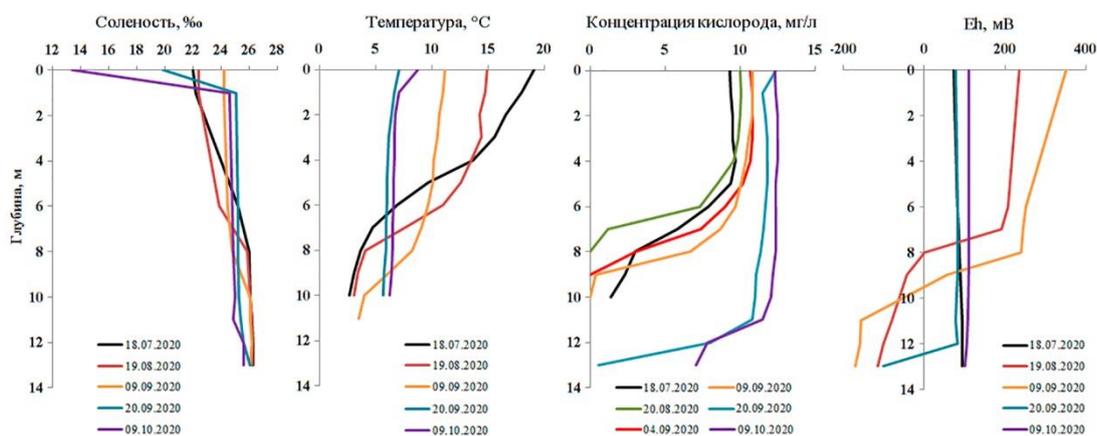


Рис. 1. Вертикальные профили температуры и солености, концентрации растворенного кислорода и окислительно-восстановительного потенциала в губе Лобаниха летом 2020 г.

Поверхностный слой до глубины 1 м хорошо прогревается в теплое время года, температура воды в нем на 1,5-2 градуса больше, чем на глубине 2 м. Прогрев распространяется до глубины 4-5 м, ниже располагается термоклин. В июле и августе 2020 г. термоклин четкий и заканчивался на глубине 8 м, ниже которой находилась холодная водная масса с большей соленостью. Соленость воды над термоклином летом постепенно увеличивается, а осенью из-за дождей у поверхности возникает тонкий опресненный слой (менее 20 см) с соленостью на 5-10 единиц меньше, чем в нижележащей водной толще.

В конце сентября термоклин разрушается, температура и соленость по столбу воды выравниваются, однако возле дна сохраняется слой с повышенной соленостью.

Концентрация растворенного кислорода над термоклином соответствует уровню насыщения; в теплое время года она меньше, в холодное – увеличивается. Термоклин служит также хемоклином – зоной резкого уменьшения содержания кислорода. В июле кислород распространялся до самого дна, благодаря чему даже в самом глубоком месте, были хорошие условия для существования бентоса. Однако через месяц мы застали совсем иную картину: кислород заканчивался на глубине 8 м, а ниже сформировалась сероводородная анаэробная зона. При водолазном обследовании дна оказалось, что бентос погиб. Животные, обитающие в толще грунта, выползли на его поверхность и лежали мертвыми.

Через полмесяца термоклин опустился на 2 м и аэрированный слой увеличился с 8 м до 10 м, а еще через полмесяца – до глубины 12 м. При последнем обследовании 9 октября сульфидная зона исчезла и кислород снова доходил до дна.

В августе 2020 г. следы сероводорода аналитически регистрировались с глубины 7,25 м. Более заметная концентрация сероводорода начиналась с 7,75 м и нарастала ко дну. Наибольшее значение 0,61 мг/л зарегистрировано в придонном слое. Для морских эвксинных водоемов такое количество сероводорода можно считать небольшим [2], однако оно достаточно для гибели аэробных организмов и разрушения прежде существовавшего донного сообщества. В сентябре, когда зона распространения сероводорода уменьшилась, в придонном слое его концентрация достигла 4,1 мг/л.

Мы отследили, как развивается сообщество микроорганизмов хемоклина – пограничной зоны между слоями воды с разной плотностью. В июле высокая концентрация клеток отмечена в зоне термоклина. В нем присутствовали крупные центрические диатомеи, силикофлагелляты *Ductiocha*, криптофитовые жгутиконосцы *Rhodomonas*, характерные для хемоклина стратифицированных водоемов. Силикофлагелляты, как и криптофитовые, – миксотрофы, то есть способны как к фотосинтезу, так и к гетеротрофному типу питания.

В августе цветение силикофлагеллят закончилось. По всему столбу воды были многочисленны крупные диатомеи. На глубине 7,5 м появились динофлагелляты *Amphidinium*, которые нередко обитают в хемоклине стратифицированных водоемов. В сероводородной зоне фитопланктон отсутствовал, но в пробах было много нитевидных образований, напоминающих грибные гифы, облепленные бактериальными клетками. По направлению вниз их количество возрастало, а ниже 11 м они образовывали большие сплетения. Появление в планктоне этих нитей связано с происшедшим замором, но их природа нам пока не ясна. Ниже 8 м было много бактерий.

В начале сентября аэробная зона от 7,5 м до 8,2 м характеризовалась присутствием мелких зеленых жгутиконосцев. На 8,3 м появилось большое количество инфузорий разных видов. На 8,4 м они исчезли и остались лишь немногочисленные инфузории *Euplotes*, которые встречались до глубины 8,6 м. С этой же глубины появились фрагменты альго-бактериального мата, напоминавшего нетканое полотно, инкрустированное пеннатыми диатомеями. Инфузории *Euplotes* характерны для хемоклина некоторых других прибрежных беломорских водоемов (Е.Д. Краснова, неопубл. данные).

В конце сентября слоя с богатой фауной инфузорий не было. Лишь в десятисантиметровом слое при переходе из аэробной зоны в анаэробную встречены инфузории *Euplotes*. Загадочные «гифы» встречались по всему столбу воды, включая самый поверхностный, но возле дна их было больше.

В октябре фитопланктон стал бедным и выровнялся по всей толще воды.

Весь сезон на всех глубинах вода была бесцветной и прозрачной. Судя по измерениям освещенности, в губе Лобаниха нет мутных слоев, в том числе слоя с аноксигенными фототрофами в хемоклине. В дневное время свет доходит до дна.

Спектры поглощения света (рис. 2) указывали на отсутствие в сентябре слоев с массовым развитием фотосинтезирующих микроорганизмов на всех горизонтах. В зоне редокс-перехода на 9,2 и 9,3 м наблюдалось повышенное поглощение света по всему диапазону длин волн, что свидетельствует о присутствии взвеси без окраски и связано с альго-бактериальным матом.

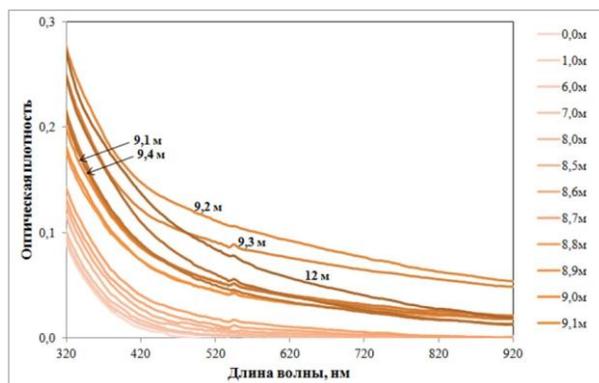


Рис. 2. Спектры поглощения света в пробах воды от 9 сентября 2020 г. из губы Лобаниха.

После появления анаэробной зоны нас заинтересовало состояние донных сообществ. 19 августа до глубины 7,0-7,5 метров донное население было в обычном состоянии. Ниже вся поверхность илистого дна была покрыта мертвыми животными, выползшими из своих норок и трубок: полихетами *Terebellides stroemi*, *Alitta virens*, *Polycirrus medusa*, двустворчатыми моллюсками и др. Судя по внешнему виду мертвых беспозвоночных, их гибель произошла совсем недавно. В конце сентября у лежащих на дне беспозвоночных появились признаки разложения. На поверхности осадка образовалась пленка из серных бактерий.

Обсуждение результатов

Помимо постоянно существующих мертвых зон, связанных с сероводородным заражением глубинных вод, например, в Мексиканском и Чесапикском заливах и в Балтийском море, на морских акваториях все чаще регистрируют случаи сезонной гипоксии [1, 3, 4, 7]. Обычно это связывают с эвтрофикацией, однако в губе Лобаниха эвтрофикация исключена ввиду отсутствия хозяйственной деятельности на заповедном острове.

Аноксия в губе Лобаниха совпала по времени с подъемом зоны сероводорода в ковшовой бухте Биофилтров, расположенной в 3,5 км к юго-западу на полуострове Киндо. В бухте Биофилтров анаэробная зона существует в течение всего года, но граница распространения сероводорода меняется. 28 июля она находилась на глубине 8,25 м, а 21 августа поднялась больше, чем на 1 м. По всей видимости, синхронная сероводородная вспышка в соседних губах имеет общие причины и связана с отмиранием фитопланктона, послужившим субстратом для бактериальной сульфатредукции.

Похожие сероводородные ямы обнаружены на мелководье одной из морских бухт на острове Корнуол в Канадском Арктическом архипелаге; их

назвали «черными бассейнами» («black pools») из-за черного цвета воды [5]. В них аноксия является следствием плотностной стратификации, которая препятствует вертикальной циркуляции. То есть мертвые зоны могут появляться и без участия антропогенного фактора.

В отсутствие дополнительного поступления биогенных элементов в губе Лобаниха сероводородное заражение продержалось недолго. Уже через полмесяца граница сероводорода опустилась на 1 м, через месяц – на 5 м. При осеннем похолодании термоклин разрушился, произошла вертикальная циркуляция, кислород снова распространился до дна. С точки зрения гидрохимии и гидрологии водоем восстановился, однако бентосное сообщество погибло. Наблюдения за восстановлением бентоса после случаев аноксии в других морях показывают, что на это требуются многие годы [6, 7, 8].

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377). Авторы признательны администрации Кандалакшского заповедника за возможность работать на его акватории.

Литература

- [1] *Заика В.Е., Коновалов С.К., Сергеева Н.Г.* Локальные и сезонные явления гипоксии на дне Севастопольских бухт и их влияние на макробентос // Морський екологічний журнал. 2011, № 3. С. 15-25.
- [2] *Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Краснова Е.Д.* Сероводородное заражение прибрежных озер на разных стадиях изоляции от Белого моря // Океанология. 2021. Т. 61, № 2. В печати.
- [3] *Стунжас А., Тищенко П.Я., Ивин В.В., и др.* Первый случай аноксии в водах Дальневосточного морского заповедника // Океанология. 2016. Т. 467, № 2. С. 218-221.
- [4] *Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Звалинский В.И., и др.* Сезонная гипоксия Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 136-157.
- [5] *Kvitek R.G., Conlan K.E., Iampietro P.J.* Black pools of death: hypoxic, brine-filled ice gouge depressions become lethal traps for benthic organisms in a shallow Arctic embayment // Marine Ecology Progress Series. 1998. V. 162. P. 1-10.
- [6] *Rosenberg R.* Eutrophication in marine waters surrounding Sweden – a review. Swedish National Environment Protection Board. Report. 1986. V. 3054. P. 1-137.
- [7] *Stachowitsch M.* Anoxia in the Northern Adriatic Sea: rapid death, slow recovery // Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia. Geol. Soc. Spec. Publ. 1991. V. 58. P. 119-129.
- [8] *Steimle F.W., Radosh D.J.* Effects on the benthic invertebrate community // Oxygen Depletion and Associated Benthic Mortalities in New York Bight, 1976. National Oceanic and Atmospheric Administr. Profes. Paper. 1979. V. 11. P. 281-293.

S u m m a r y. In the scoop-like bay Lobanikha (White Sea, Island Veliky, Kandalaksha State Nature Reserve) in the summer of 2020, the appearance of hydrogen sulfide in the bottom zone to a depth of 8 m was registered. It caused the mortality of the benthos below this depth. The causes of the seasonal anoxia and its consequences are discussed.

СОЕДИНЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОЙ СЕРЫ В ВОДЕ ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ (О. КИЛЬДИН, БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Г.Н. Лосюк¹, Н.М. Кокрятская¹, Е.Д. Краснова², Д.А. Воронов³

¹ФИЦКИА УрО РАН им. Н.П. Лаверова, г. Архангельск, glosyuk@yandex.ru, kokr@yandex.ru

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, e_d_krasnova@mail.ru

³ИППИ РАН; Москва, da_voronov@mail.ru

REDUCED SULFUR COMPOUNDS IN WATER OF THE LAKE MOGILNOE (BARENTS SEA, ISLAND KILDIN)

G.N. Losyuk¹, N.M. Kokryatskaya¹, E.D. Krasnova², D.A. Voronov³

¹*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the RAS Ural Branch, Arkhangelsk*

²*M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*

³*Institute for Information Transmission Problems, RAS, Moscow*

Аннотация. В работе представлены результаты исследований проб воды оз. Могильного (о. Кильдин, Баренцево море), отобранных в ходе экспедиционных работ в июне 2019 г. Получены сведения о распределении соединений восстановленной серы в воде (сульфидной серы, элементной и тиосульфатной). В верхних слоях (0-7,5 м) преобладают более окисленные формы, в придонной сероводородной зоне наибольший вклад в сумму восстановленных соединений серы вносят сульфиды.

Ключевые слова: соединения восстановленной серы, сульфатредукция, сульфиды, элементная сера.

Введение

Озеро Могильное расположено на о. Кильдин в Баренцевом море и известно еще с XVI века, оно образовалось путем отделения небольшого залива от моря естественной дамбой. Первые результаты исследования структуры водоема получены в конце XIX века, далее в течение столетия было проведено несколько комплексных экспедиций, результаты которых изложены в трудах [2-3,6-8]. Озеро также известно уникальным подвигом атлантической трески – кильдинской, которая обитает только в этом озере.

Оз. Могильное – «классический» меромиктический водоем с трехслойной структурой: опресненный верхний слой, морской средний и соленый нижний, зараженный сероводородом. За последнее столетие граница распространения сероводорода (продукта бактериального восстановления сульфатов в анаэробных условиях – процесса сульфатредукции) поднимается, а его концентрация увеличивается. По результатам исследований 2019 г. уровень заражения сероводородом поднялся до 7,5 м (в 1921 г. сероводородная зона начиналась на глубине 12 м), а максимальные концентрации достигли значений в 210 мг/л (в 1921 г. были зафиксированы концентрации 26 мг/л) [4].

Объекты и методы

Микробиологический процесс сульфатредукции в водной толще – это многостадийный процесс, протекающий с образованием нескольких соединений восстановленной серы, конечным продуктом которого является сероводород, соединение токсичное для аэробных форм жизни. Он же в свою очередь может трансформироваться в более окисленные соединения как микробиологическим, так и химическим путем. Таким образом, в водной толще

кроме сероводорода присутствуют и другие соединения восстановленной серы, наибольший вклад из которых вносят сульфидная и элементная сера, тиосульфаты.

Для определения содержания соединений восстановленной серы в озере Могильном были отобраны пробы воды с разных горизонтов в наиболее глубокой части водоема горизонтальным поликарбонатным батометром в июне 2019 г. (рис. 1). Определение содержания сульфидной, элементной и тиосульфатной серы проводили по методике [1].



Рис. 1. Карта – схема расположения точки отбора проб воды на оз. Могильное.

Обсуждение результатов

В наиболее глубокой части озера Могильного были отобраны пробы воды с разных горизонтов и определены формы соединений восстановленной серы: сульфидная, элементная и тиосульфатная. Распределение соединений серы представлено на рис. 2 в процентах от содержания суммы всех форм.

В верхней кислородной зоне преобладают элементная и тиосульфатная сера – продукты окисления бактериального сероводорода. Наибольшее количество элементной серы определено на глубине 2 м (47%), тиосульфатной – на 5 м (60%), что подтверждает более интенсивное протекание окислительных процессов в верхней кислородной зоне.

Ниже 7,5 м преобладающей формой соединений восстановленной серы становится сульфидная (до 94%), что свидетельствует об анаэробных условиях и интенсивном протекании процесса сульфатредукции [4].

Однако на глубине 8 и 9 м заметно увеличивается содержание более окисленных форм серы (на глубине 8 м элементной серы до 15%, а на 9 м тиосульфатной до 24%), что, скорее всего, связано с поступлением в небольших количествах кислородосодержащих вод через фильтрующую дамбу, отделяющую озеро от моря.

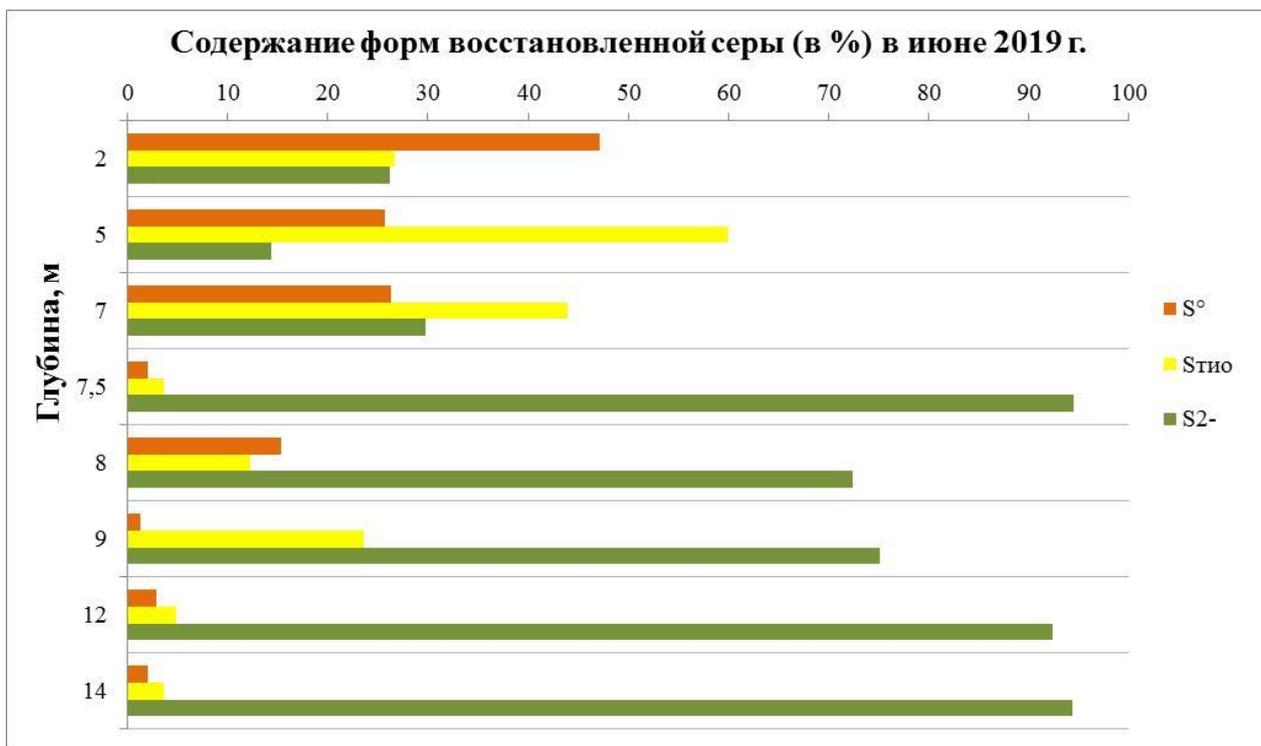


Рис. 2. Распределение соединений восстановленной серы (в % от общего содержания форм серы) в воде оз. Могильное.

Выводы

В результате проведенных исследований были получены данные по распределению соединений восстановленной серы (элементарной, тиосульфатной и сульфидной) в воде на разных глубинах оз. Могильного. В верхних горизонтах преобладают соединения окисленной серы (элементарная и тиосульфатная), образующихся при окислении сероводорода в присутствии кислородосодержащих вод. В анаэробных условиях на глубине ниже 7,5 м с развитием сероводородного заражения преобладающей формой становится сульфидная (до 94%). Отмеченное на глубине 8-9 м некоторое увеличение содержания элементарной и тиосульфатной формы серы, скорее всего, связано с просачиванием на этих горизонтах кислородосодержащих морских вод через фильтрующую дамбу.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № АААА-А18-118012390167-1) и РФФИ (грант № 19-05-00377).

Литература

- [1] Волков И.И., Жабина Н.Н. Метод определения восстановленных соединений серы в морской воде // Океанология. 1990. Т. 30, № 2. С. 778-782.
- [2] Дерюгин К.М. Реликтовое озеро Могильное (остров Кильдин в Баренцовом море) // Труды Петергофского естественно-научного института. №2. Л., 1925.
- [3] Реликтовое озеро Могильное. Ред. Гуревич В.И., Цееб Р.Я. Л.: Наука, 1975. 298 с.

- [4] Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Василенко А.Н., Воронов Д.А., Ефимов В.А., Краснова Е.Д. Прогрессирующее сероводородное заражение озера Могильного по данным экспедиции 2019 года // В сб.: Геология морей и океанов: Материалы XXII международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. М.: ИО РАН, 2019, С. 175-178.
- [5] Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Василенко А.Н., Ефимов В.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А. Геохимия серы в донных осадках озера Могильное (о. Кильдин Баренцево море) // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конф. LXXIII Герценовские чтения. Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22–25 апреля 2020 года. Т. 1. Астерион. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, С-Пб., 2020. С. 325-327.
- [6] Реликтовое озеро Могильное (исследования 1997-2000 гг.). Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2002. 164 стр.
- [7] Krasnova E.D., Vassilenko A.N., Voronov D.A., Efimov V.A., Kokryatskaya N.M., Kossenkov A.V., Patsaeva S.V., Dedyk M.L., Frolova N.L., Strelkov P.P. New data on Lake Mogilnoe (Kildin Island, Barents Sea): results of the 2018 expeditions // Тезисы докладов международной конференции, посвящённой 80-летию ББС МГУ им. Н.А. Перцова, «Морская биология, геология, океанология – междисциплинарные исследования на морских стационарах (Москва 19–21 ноября 2018 г.). М.; Т-во научных изданий КМК, 2018. С. 66-67.
- [8] Krasnova E.D., Efimov V.A., Fedyuk M.L., Frolova N. L., Kokryatskaya N.M., Kossenkov A.V., Patsaeva S.V., Vasilenko A.N., Voronov D.A., Strelkov P.P. New data on Lake Mogilnoe (Kildin Island, Barents Sea): the results of the 2018 expeditions // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 263 (2019) 012019.

S u m m a r y. The paper presents the results of studies of water of Lake Mogilnoe (Barents Sea, Island Kildin), selected during expeditionary work in June 2019. Information was obtained on the distribution of reduced sulfur compounds in water (sulfide sulfur, elemental and thiosulfate). More oxidized forms prevail in the upper layers (0–7.5 m), sulfides make the largest contribution to the total reduced sulfur compounds in the bottom hydrogen sulfide zone.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОЕМАХ БЕЛОГО МОРЯ

Д.Н. Маторин, Д.А. Тодоренко, О.В. Яковлева, Л.Б. Братковская, С.Н. Горячев,
Е.Д. Краснова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, matorin@biophys.msu.ru

USE OF CHLOROPHYLL LUMINESCENCE FOR REGISTRATION OF PHYTOPLANKTON STATE IN WATER BODIES OF THE WHITE SEA

D.N. Matorin, D.A. Todorenko, O.V. Yakovleva, L.B. Bratkovskaya,
S.N. Goryashev, E.D. Krasnova

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. В статье кратко рассмотрен комплекс люминесцентных методов для диагностики состояния клеток фитопланктона. Методы были использованы при изучении отделяющихся водоемов Белого моря.

Ключевые слова: фитопланктон, флуоресценция хлорофилла, фотосинтез, экология.

Введение

Флуоресценция хлорофилла в настоящее время активно применяется при проведении различных гидробиологических и океанологических работ [1-12]. Основная идея такого подхода состоит в том, что хлорофилл, находящийся в фотосинтетических мембранах, служит своего рода природным датчиком состояния клеток водорослей и растений. При нарушении состояния фотосинтетических мембран под действием внешнего фактора происходят определенные изменения в состоянии и люминесценции хлорофилла, которые и служат источником информации для экспресс-диагностики состояния клеток. Флуоресцентный метод используется для оценки концентрации хлорофилла у интактных водорослей, а также в экстрагированных из них растворах пигментов [1, 2, 7]. В настоящей статье кратко рассмотрен комплекс люминесцентных методов для диагностики состояния клеток природного фитопланктона, разработанных на кафедре биофизики биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Эти методы прошли широкую апробацию в различных водоемах, в том числе и водоемах Белого моря.

Объекты и методы

Методы для исследования фотосинтетического аппарата и метаболических процессов в интактной водорослевой клетке, включая природный фитопланктон, базируются на измерении различных типов люминесценции хлорофилла – быстрой и замедленной флуоресценции, измеряемых в широком временном интервале, микрофлуоресценции и термолюминесценции [2].

Результаты и обсуждение

В последнее время для оценки работы фотосинтетического аппарата высших растений и культур водорослей стали использовать регистрацию световых кривых фотохимического и нефотохимического тушения быстрой флуоресценции, которые

проводят на флуориметрах с импульсно-амплитудной модуляцией [2, 9]. Измерение световых зависимостей проводится при последовательном увеличении интенсивности света. Измеряется начальная флуоресценция (F_0), максимальная флуоресценция (F_M) при использовании насыщающей вспышки света и выход флуоресценции на свету $F_{(0)}$. На основании измеренных уровней флуоресценции рассчитывают следующие параметры: $F_V/F_M = (F_M - F_0)/F_M$ – максимальный квантовый выход фотохимической реакции ФСII; $Yield = (F_{M'} - F_0)/F_{M'}$ – эффективный квантовый выход ФСII на свету; $NPQ = (F_M - F_{M'})/F_{M'}$ – нефотохимическое тушение флуоресценции. Относительную скорость нециклического транспорта электронов рассчитывают по формуле: $rETR = Yield \times E_i \times 0,5$, где E_i – освещенность ($\mu\text{кмоль кв. м}^{-2}\text{с}^{-1}$). Из световой кривой ($rETR$) можно рассчитать различные параметры фотосинтетического транспорта электронов [2, 9].

Также активно развиваются методы измерения индукционных кривых флуоресценции с высоким временным разрешением (от 20 мкс) при возбуждении интенсивным светом на приборах типа PEA. Можно определить интенсивность флуоресценции на разных участках индукционных кривых и рассчитать параметры фотосинтеза с помощью стандартного JIP-теста [2]. Этот тест использует следующие характеристики кривой индукции: интенсивности флуоресценции при 50 мкс (F_0), 2 мс (F_J), 30 мс (F_I), 6 с (F_{6s}), а также F_M (максимальная интенсивность флуоресценции). Эти величины используют для анализа характеристик первичных процессов фотосинтеза: F_V/F_M – максимальный квантовый выход первичной фотохимической реакции в ФСII; V_J – количество закрытых реакционных центров (РЦ) по отношению к общему числу РЦ; ϕ_{E_0} – квантовый выход электронного транспорта за пределы Q_A ; ABS/RC – поток энергии, поглощаемый одним активным реакционным центром; PI_{ABS} – индекс производительности и DI_0/RC – общее количество энергии, рассеиваемой одним РЦ в виде тепла. Более подробное описание параметров JIP-теста приведено в работах [1, 2]. На основе результатов измерения флуоресценции хлорофилла на кафедре биофизики биологического факультета МГУ разработана «Методика измерений обилия и индикации изменения состояния фитопланктона в природных водах флуоресцентным методом» (ФР.1.39.2011.11246, ПНД Ф 14.2.268-2012) [1]. Методика допущена для целей государственного экологического контроля по разделу «количественный химический анализ вод». Интенсивность начальной флуоресценции (F_0) рекомендуется для оценки биомассы и скорости роста водорослей, а отношение переменной флуоресценции к максимальной (F_V/F_M) для оценки квантового выхода фотосинтеза, который является мерой физиологической активности водорослей.

При анализе состояния водных фитоценозов и лабораторных культур, содержащих два или более видов водорослей можно использовать метод микрофлуориметрии, который позволяет определить показатели фотосинтеза клеток определенного вида водорослей [12]. Нами разработан погружной малогабаритный pump-and-probe зонд-флуориметр, позволяющий измерять величины F_0 и F_m у фитопланктона в водоемах на глубине до 200 м. Погружной флуориметр был использован для определения состояния

фитопланктона в различных регионах Мирового океана, озера Байкал и озера Иссык-Куль [1, 2, 3].

Другим источником информации о характере функционирования фотосинтетического аппарата является явление замедленной флуоресценции (ЗФ) [2]. Это явление состоит в том, что после светового возбуждения в фотосинтезирующих клетках наблюдается слабое длительно затухающее свечение, испускаемое хлорофиллом. Интенсивность ЗФ пропорциональна количеству РЦ в состоянии $P^+A_1^-$ с разделенными зарядами и увеличивается за счет энергии трансмембранного электрохимического потенциала на мембранах хлоропластов, необходимого для синтеза молекул АТФ. Это также позволяет использовать метод ЗФ для оценки степени энергизации мембраны хлоропластов и связанной с ней фотосинтетической продуктивности фитопланктона.

Для получения информации о процессах разрушения клеточных мембран используется также метод высокотемпературной термолюминесценции хлорофилла. Этот метод позволяет следить за состоянием липидов клеточных мембран и процессами перекисного окисления липидов в клетках. Величина высокотемпературной термолюминесценции прямо пропорциональна количеству накопленных в темноте продуктов перекисного окисления [2, 13].

Флуоресцентные методы были апробированы в исследовании природного фитопланктона пяти меромиктических водоемов Белого моря [5, 6]. Обилие фитопланктона оценивали по F_0 , функциональное состояние фотосинтетического аппарата водорослей – по параметрам ЛР-теста. Показано, что в слоях с наибольшей концентрацией фитопланктона, приуроченных к верхней границе хемоклина, несмотря на присутствие сероводорода, функциональное состояние водорослей лучше такового у фитопланктона в выше лежащей аэробной зоне. В разных водоемах в слое наибольшего обилия фитопланктона функциональное состояние фитопланктона различалось (значения F_V/F_M варьировали от 0,5 до 0,77) и зависело от доминирующего вида. При доминировании криптофитовых водорослей (*Rhodomonas* sp. и *Cryptomonas* sp.) зафиксирована высокая функциональная активность ФСЦ (PI_{ABS}), выраженная через высокие значения квантового выхода фотохимии ФСЦ (F_V/F_M), доли активных РЦ (ABS/RC) и квантовый выход электронного транспорта в ФСЦ (ϕ_{E0}). Такая высокая функциональная активность фотосинтетического аппарата при наличии сероводорода может свидетельствовать об устойчивости криптофитовых водорослей к токсическому воздействию. При доминировании зеленых или эвгленовых водорослей значения показателей фотосинтетической активности были ниже, чем в слоях с доминированием криптофитовых водорослей, а также ниже таковых, регистрируемых в культурах зеленых водорослей на экспоненциальной стадии роста. Это может свидетельствовать о более высокой чувствительности зеленых и эвгленовых водорослей к воздействию сероводорода.

Благодарности

Работа проводилась на Беломорской станции МГУ, при финансовой поддержке грантов РФФИ 20-04-00465 и 19-05-00377а.

Литература

- [1] Маторин Д.Н., Осипов В.А., Рубин А.Б. Методика измерений обилия и индикации изменения состояния фитопланктона в природных водах флуоресцентным методом. Теор. и практ. асп. // Уч.-м. пос. М.: Альтекс, 2012. 138 с.
- [2] Маторин Д.Н., Рубин А.Б. Флуоресценции хлорофилла высших растений и водорослей//: М.– Ижевск: Изд-во ИКИ-РХД, 2012. 256 с.
- [3] Antal T.K., Venediktov P.S., Matorin D.N., Ostrowska M., Wozniak B., Rubin A.B. Measurement of phytoplankton photosynthesis rate using a Pump-and-probe fluorometer // *Oceanologia*. 2001. V. 43(3). P. 291-313.
- [4] Falkowski P.G., Raven J.A. (1997). Aquatic photosynthesis. Malden, Massachusetts: Blackwell Science. 375 p.
- [5] Krasnova E.D., Pantyulin A.N., Matorin D.N., *и др.* Blooming of the Cryptomonad Alga *Rhodomonas* sp. (Cryptophyta, Pyrenomonadaceae) in the Redox Zone of the Basins Separating from the White Sea. // *Microbiology*. 2014. V. 83, № 3, P. 270-277.
- [6] Krasnova E., Matorin D., Belevich T., *и др.* The characteristic pattern of multiple colored layers in coastal stratified lakes in the process of separation from the White Sea// *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 2018. № 6. P. 1-16
- [7] Matorin D.N., Antal T.K., Ostrowska M., Rubin A.B., Ficek D., Majchrowski R. Chlorophyll fluorometry as a method for studying light absorption by photosynthetic pigments in marine algae // *Oceanologia*. 2004. V. 46(4). P. 519-531.
- [8] Moiseeva N.A., Churilova T.Ya, Efimova T.V., Krivenko O.V., Matorin D.N. Fluorescence of Chlorophyll a during Seasonal Water Stratification in the Black Sea // *Physical Oceanography*. 2019. V. 26, № 5. P. 425-437
- [9] Mosharov S.A., Sergeeva V.M., Kremenetskiy V.V., Sazhina A.F., Stepanova S.V. Assessment of phytoplankton photosynthetic efficiency based on measurement of fluorescence parameters and radiocarbon uptake in the Kara Sea // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2019. V. 218. P. 59-69.
- [10] Ostrowska M., Majchrowski R., Matorin D.N. Variability of the specific fluorescence of chlorophyll in the ocean. Part1: Theory of classical in situ chlorophyll fluorometry // *Oceanologia*. 2000. V. 42 (2). P. 203-219.
- [11] Ostrowska M., Matorin D.N., Ficek D. Variability of the specific fluorescence of chlorophyll in the ocean. Part2: fluorometric method of chlorophyll a determination// *Oceanologia*. 2000. V. 42(2). P. 221–229.
- [12] Pogosyan S.I., Matorin D.N. Variability in the condition of the photosynthetic system of the Black Sea phytoplankton // *Oceanology*. 2005. V. 45, № 1. P. 139-148.
- [13] Vavilin D.V., Ducruet J.-M., Matorin D.N., Venediktov P.S., Rubin A.B. Changes in Photosystem II activity, cell viability and the amplitude of high-temperature bands of chlorophyll thermoluminescence in green alga *Chlorella pyrenoidosa* subjected to various stress conditions // *J. Photochem. Photobiol. B.Biology*. 1998. V.42/3. P. 233-239.

S u m m a r y. The article briefly discusses a complex of luminescent methods for diagnosing the state of phytoplankton cells. The methods were used to study the water bodies separating from the White Sea.

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ ДИАТОМЕЙ В МАТЕРИАЛЕ
СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ЛОВУШЕК МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА
КИСЛО-СЛАДКОЕ, КАРЕЛЬСКИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ**

О.С. Шилова¹, Е.Д. Краснова¹, Т.Ю. Репкина¹, Д.А. Воронов², Н.Н. Луговой¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, o.olyunina@mail.ru

²ИППИ РАН, Москва

**THE FIRST DATA ON THE COMPOSITION OF DIATOMS IN THE MATERIAL
OF SEDIMENT TRAPS FROM THE MEROMICTIC LAKE KISLO-SLADKOE,
KARELIAN COAST OF THE WHITE SEA**

O.S. Shilova¹, E.D. Krasnova¹, T.Yu. Repkina¹, D.A. Voronov², N.N. Lugovoy¹

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Institute for Information Transmission Problems of RAS, Moscow

Аннотация. В статье приведены данные о составе диатомовых ассоциаций в материале седиментационных ловушек, установленных в меромиктическом озере Кисло-Сладкое с 10 июня по 3 октября 2019 г. Основную часть диатомовых ассоциаций (72–92 %) составляют мелкоклеточные колониальные виды семейства Fragilariaceae, в массе развивающиеся в обрастаниях: *Nanofrustulum sopotensis*, *Pseudostaurosira* cf. *elliptica*, *P. subsalina* и *Staurosirella guenter-grassii*. Выявлено значительное сходство с диатомовыми ассоциациями поверхностных донных осадков глубокой части озера и отличие от диатомового планктона.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, седиментационные ловушки, меромиктическое озеро, Белое море.

Введение

На Карельском берегу Белого моря в районе Беломорской Биологической станции им. Н.А. Перцова (ББС) МГУ им. М.В. Ломоносова (пос. Приморский, Лоухский р-н, Республика Карелия) описано большое число меромиктических водоемов, образующихся в результате изоляции лагун от моря при интенсивном подъеме побережья и находящихся на разной стадии изоляции от моря [7]. Один из таких водоемов – озеро Кисло-Сладкое (66°32'54"; 33°08'05") с площадью зеркала 1.6 га и максимальной глубиной 4.5 м, расположенное в 1.5 км к востоку от ББС. В типологическом ряду разных стадий изоляции этот водоем находится близко к началу. Систематические наблюдения за стратификацией и физико-химическими параметрами водной массы и биотой озера Кисло-Сладкого проводятся на базе ББС с 2010 года. К настоящему времени опубликованы данные о составе диатомовых водорослей в планктоне [4–6] и их распределении в поверхностных осадках озера [9]. Для понимания седиментационных процессов в озере и особенностей формирования диатомовых ассоциаций в донных осадках в разные сезоны в 2019 г. в оз. Кисло-Сладком были установлены седиментационные ловушки. В данной работе приводятся первые сведения о составе диатомей в материале седиментационных ловушек, собранном в летне-осенний сезон 2019 г.

Объекты и методы

Озеро Кисло-Сладкое представляет собой меромиктический водоем, частично изолированный от моря: поступление морской воды происходит только во время сизигийных приливов и нагонов. Опреснение верхнего слоя,

мииксолимниона, происходит за счет талых вод, осадков и небольшого поверхностного стока. Для него характерны наибольшие колебания физико-химических параметров. За 10 лет наблюдений с 2010 г. [8] соленость верхнего (1 м) слоя варьировала в пределах 3.7-29.1‰ с максимальными значениями после зимней промывки водоема морской водой и минимальными сразу после снеготаяния. Соленость монолимниона близка к морской и изменяется в пределах 21.2-29.6‰. Положение редокс-границы характеризуется квазипериодическими изменениями, связанными с зимней промывкой водоема морской водой в среднем раз в два года и сезонными биохимическими процессами в озере. Для летнего сезона 2019 г. отмечено низкое положение редокс-границы после промывки водоема в зимний сезон 2018/2019 [8]. Соленость миксолимниона после схода ледового покрова составила 8.4-17.3‰ [4].

Седиментационные ловушки, представляющие собой глубокий пластиковый стакан, прикрепленный к вертикально натянутому тросу с якорем и поплавком, были установлены в точке с максимальной глубиной озера одновременно на двух уровнях: на глубинах 1.5 м и 3.0 м. В летне-осенний сезон 2019 г. получен материал за три последовательных периода экспозиции: 10.06–17.07, 17.07–10.08 и 10.08–03.10. Накопившийся за период экспозиции ловушки материал промывался дистиллированной водой, центрифугировался и высушивался при 60°C. Подготовка препаратов на диатомовый анализ проводилась по стандартной методике [3]. Постоянные препараты приготовлены с использованием смолы Naphrax с индексом рефракции 1.68. Диатомеи изучались в световом микроскопе Axiostar Plus (Zeiss) при увеличении $\times 1000$ раз. В каждом образце определялись до вида не менее 500 створок, включая все виды, и отдельно не менее 300 створок без учета мелкоклеточных видов семейства Fragilariaceae. Рассчитывалась концентрация створок диатомей на 1 г сухого осадка [2].

Результаты

Максимальный объем материала в ловушках зафиксирован в первый период экспозиции (10.06-17.07) для глубины 1.5 м. Во второй и третий периоды экспозиции отмечается последовательное снижение количества осадка в ловушке и примерно равный его объем на глубинах 1.5 и 3.0 м. Концентрация створок диатомей в пересчете на грамм сухого осадка составила от 110 до 355 млн. ств./г и возрастала от 1-го к 3-му периоду экспозиции. В 1-й и 3-й периоды она была выше в осадке ловушки, установленной на большей глубине, во 2-й период наблюдалась обратная картина.

Во всех пробах доминируют створки мелкоклеточных колониальных видов семейства Fragilariaceae, в массе развивающихся в обрастаниях: *Nanofrustulum sopotensis* (Witkowski & Lange-Bertalot) E.Morales, C.E.Wetzel & Ector 2019 (45-68%), *Pseudostaurosira* cf. *elliptica* (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding 2006 (7.5-22%), *P. subsalina* (Hustedt) E.A.Morales 2005 (2-10%) и *Staurosirella guenter-grassii* (Witkowski & Lange-Bert.) E.Morales, C.E.Wetzel &

Ector 2019 (2-7%). Их суммарное содержание увеличивалось в течение летне-осеннего сезона 2019 г. и составило от 72 до 92%.

Исключая виды семейства Fragilariaceae, состав диатомей в материале ловушек достаточно сложный и включает планктонные и меропланктонные виды, подвижные бентосные виды и виды, прикрепляющиеся к субстрату, одиночные и колониальные. Планктонный вид *Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad 1990 emend. Genkal 2012 составляет существенную часть диатомовых ассоциаций (10-41%) в 1-й (июнь – июль) и 2-й (июль – август) периоды экспозиции на глубине 3.0 м. Меропланктонные виды (11-32%) *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873 и *Melosira arctica* Dickie 1852, напротив, более многочисленны на меньших глубинах. Доля (21-23%) и состав видов с одиночными подвижными клетками, обитающими в тонких грунтах (*Navicula* spp., *Nitzschia* spp.), достаточно стабилен в течение летне-осеннего сезона и не показывает зависимости от глубины установки ловушки. Колониальные прикрепленные формы (7-16%) представлены *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst 1853 (весь срок наблюдения), *Achnanthes brevipes* C.Agardh 1824 (июнь – июль), *Stenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round 1986 (июнь – август) и *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams & Round 1986 (август – октябрь). Одиночные прикрепленные к субстрату клетки (псаммофиты) представлены видами рода *Cocconeis* (до 30%), имеющими два максимума численности (1-й и 3-й периоды), *Planothidium delicatulum* (Kützing) Round & Bukhtiyarova 1996, присутствующим в небольшом количестве в течение всего периода наблюдений, и *Karayevia amoena* (Hustedt) Bukhtiyarova 2006 с летне-осенним максимумом развития (до 18%). Кроме того, в конце периода наблюдений отмечено увеличение таксономического разнообразия диатомей за счет развития большого числа видов с мелкими и/или тонкими створками: *Gomphonemopsis exigua* (Kützing) Medlin in Medlin & Round 1986, *Astartiella bahusiensis* (Grunow) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998, *Berkeleya fennica* Juhlin-Dannfelt 1882 и др.

Обсуждение результатов

Ранее была выявлена неоднородность количественного и качественного состава диатомовых ассоциаций в поверхностных осадках озера Кисло-Сладкого [9]. Состав и процентное содержание видов семейства Fragilariaceae в материале седиментационных ловушек оказались очень близки к таковым в поверхностных осадках наиболее глубокой, 3-4.5 м, части озера. Также сходны концентрации створок диатомей в пересчете на 1 г сухого осадка: 100-300 млн. ств./г в поверхностных осадках на глубинах 2.75-4.3 м и 110-355 млн. ств./г в материале ловушек. Все доминирующие виды, имеющие численность более 5 % хотя бы в 1 пробе, характеризуются как мезогалобы: *Nanofrustulum sopotensis*, *Staurosirella guenter-grassii* и *Cyclotella choctawhatcheeana* – виды с очень широким диапазоном галотолерантности [10-12], а *Pseudostaurosira subsalina* и *P. cf. elliptica* – виды, вероятно, предпочитающие солоноватоводные местообитания с пониженным содержанием солей [1, 14]. Состав видов, при исключении из подсчета семейства Fragilariaceae, в материале ловушек и их

среднее процентное содержание также практически аналогичны поверхностным осадкам на глубинах 2.75-4.3 м.

В то же время, состав диатомовых ассоциаций в материале седиментационных ловушек весьма существенно отличается от состава диатомей в планктонных пробах. Согласно опубликованным данным [4–6], развитие диатомей в планктоне весной 2019 г. началось подо льдом в марте – апреле, когда в планктоне доминировали типичные ледово-морские виды *Nitzschia frigida* Grunow 1880 и *Navicula septentrionalis* Cleve 1896. В конце мая после схода льда зафиксировано цветение *Chaetoceros invisibilis* R.M. Gogorev & I.V. Makarova in Gogorev, 2003. 12 июня, в начале 1-го периода экспозиции седиментационных ловушек, в миксолимнионе доминировала *Cyclotella choctawhatcheeana*, в монолимнионе – *Chaetoceros invisibilis*. В конце июня – июле диатомовые водоросли (*Cyclotella choctawhatcheeana* и *Nanofrustulum sopotensis* \, указанный в статье [6] как *N. cf. trainorii*) были наиболее обильны в верхних 1.5 м водной толщи, а в августе – октябре не вносили существенного вклада в биомассу фитопланктона. Виды рода *Chaetoceros* имеют очень тонкий панцирь и не сохраняются в донных осадках, также как и большинство видов ледово-морских диатомей. *Cyclotella choctawhatcheeana* присутствует в осадках ловушек в летний период, но, в отличие от планктона, большего обилия (6-7.4 %) достигает на глубине 3.0 м. Для Балтийского моря также было показано, что содержание створок *C. choctawhatcheeana* выше в осадках на глубинах более 4 м [13]. *Nanofrustulum sopotensis*, хотя и присутствует в летнем планктоне, но играет там существенно меньшую роль по сравнению с диатомовыми ассоциациями в осадке. В то же время диатомовые водоросли входят в состав альго-бактериальных матов, формирующихся на дне водоема, всплывающих из-за активного биогенного газообразования и свободно плавающих в толще воды в летний сезон. Кроме того, сами ловушки, находясь в фотической зоне, послужили субстратом для развития обрастаний. Таким образом, большая часть диатомовых водорослей, накапливающихся в донных осадках, продуцируется донными сообществами, а не фитопланктоном. Развитие последнего ограничивается, видимо, несколькими факторами: небольшим объемом водоема, нестабильными условиями солености в миксолимнионе, в которых устойчиво развиваются только виды в широкой галотолерантностью, истощением биогенов в монолимнионе в летний сезон, выеданием диатомового планктона гетеротрофными организмами.

Выводы

Во всех пробах отмечены высокие концентрации створок диатомей и доминирование мезогалобных видов семейства Fragilariaceae: *Nanofrustulum sopotensis*, *Pseudostaurosira cf. elliptica*, *P. subsalina* и *Staurosirella guentergrassii*, а также планктонной *Cyclotella choctawhatcheeana*. Исключая виды семейства Fragilariaceae, выявлены некоторые различия в видовом составе на глубинах 1.5 и 3.0 м и смена преобладающих видов в течение вегетационного сезона. По всем параметрам наблюдается очень высокое сходство с диатомовыми ассоциациями поверхностных осадков в наиболее глубокой

(> 3 м) части озера. Существенные различия состава диатомовых ассоциаций в материале ловушек и диатомового планктона определяются, видимо, несколькими факторами: 1) растворением тонких створок части доминантных видов, 2) несколькими источниками поступления диатомей в ловушки. Помимо планктонных и меропланктонных видов, присутствуют также бентосные виды. При этом последние количественно преобладают, видимо, в силу большей продуктивности бентосных экосистем.

Благодарности

Работа выполнена по теме ГЗ «Эволюция, современное состояние и прогноз развития береговой зоны Российской Арктики» при поддержке проектов РФФИ 19-05-00966 и 19-05-00377.

Литература

- [1] *Гогорев Р.М., Ланге Е.К.* Центрические и бесшовные пеннатные диатомовые (Bacillariophyta) водной толщи реликтового озера Могильное (остров Кильдин, Баренцево море) // *Новости систематики низших растений.* 2014. Т. 48. С. 66–80.
- [2] *Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Ленинград: Наука, 1985. 243 с.
- [3] Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. I. Ленинград: Наука, Ленингр. отд., 1974. 403 с.
- [4] *Иванова Д.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Радченко И.Г.* Структура и динамика фитопланктона озера Кисло-Сладкое, частично изолированного от Белого моря, в начальной фазе изоляционной сукцессии // *Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)»* Т. I. Тверь: ПолиПРЕСС, 2020. С. 188–192.
- [5] *Иванова Д.А., Радченко И.Г., Воронов Д.А., Краснова Е.Д.* Фитопланктон озера Кисло-Сладкое, частично изолированного от Белого моря, в мае 2019 г. // *География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22–25 апреля 2020 года.* СПб.: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. С. 307–311.
- [6] *Иванова Д.А., Радченко И.Г., Краснова Е.Д., Воронов Д.А.* Сезонная динамика биомассы доминирующих видов фитопланктона Кисло-Сладкого озера // *Данный сборник.*
- [7] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Е., Шапоренко С.И.* К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // *Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Тр. Беломорской Биостанции МГУ. Т. 12).* М.: КМК, 2016. С. 211–241.
- [8] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Мардашова М.В.* Многолетняя динамика гидрологической структуры озера Кисло-Сладкого – полуизолированной

лагуны на берегу Белого моря // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22-25 апреля 2020 года. Т. 1. СПб.: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. С. 319-324.

[9] Шилова О.С., Краснова Е.Д., Репкина Т.Ю. Пространственное распределение диатомей в донных отложениях озера Кисло-Сладкое, Карельский берег Белого моря // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22–25 апреля 2020 года. Т. 1. СПб.: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. С. 370-374.

[10] Li C.L., Witkowski A., Ashworth M.P., Dąbek P., Sato S., Zglobicka I., Witak M., Khim J.S., Kwon C.-J. The morphology and molecular phylogenetics of some marine diatom taxa within the Fragilariaceae, including twenty undescribed species and their relationship to *Nanofrustulum*, *Opephora* and *Pseudostaurosira* // *Phytotaxa*. 2018. V. 355. P. 1-104.

[11] Prasad A.K.S.K., Nienow J.A., Livingston R.J. The genus *Cyclotella* (Bacillariophyta) in Choctawhatchee Bay, Florida, with special reference to *C. striata* and *C. choctawhatcheeana* sp. nov. // *Phycologia*. V. 29 (4). 1990. P. 418-436.

[12] Sabbe K., Vyverman W. Taxonomy, morphology and ecology of some widespread representatives of the diatom genus *Opephora* // *European Journal of Phycology*. V. 30. 1995. P. 235-249.

[13] Weckström K., Juggins S. Coastal diatom-environment relationships from the Gulf of Finland, Baltic Sea // *Journal of Phycology*. V. 42. 2005. P. 21-35.

[14] Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Diatom Flora of Marine Coasts I. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micrographs. V. 7. Diversity-Taxonomy-Identification. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 7, 2000. 925 pp.

S u m m a r y. The article presents data on the composition of diatom associations in the material of sediment traps established in the meromictic lake Kисло-Sladkoe from June 10 to October 3, 2019. The diatom associations are mostly contributed (72–92%) by small-celled colonial species of Fragilariaceae generally developing in peryphyton: *Nanofrustulum sopotensis*, *Pseudostaurosira* cf. *elliptica*, *P. subsalina* and *Staurosirella guenter-grassii*. Substantial similarities with the diatom associations in surface bottom sediments from the deepest part of the lake together with differences from diatom plankton were revealed.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

EVOLUTIONARY GEOGRAPHY, RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA

КОРОТКОПЕРИОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ГОЛОЦЕНА ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСАДКОВ ОЗ. ТЕРЕ-ХОЛЬ

О.К. Борисова¹, Е.А. Константинов¹, А.В. Панин¹, Е.И. Полякова²,
О.Н. Успенская³

¹ *Институт географии РАН, г. Москва, olgakborisova@gmail.com, a.v.panin@yandex.ru*

² *МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, ye.polyakova@mail.ru*

³ *ВНИИ овощеводства, г. Верея, usp-olga@yandex.ru*

SHORT-TERM CLIMATIC OSCILLATIONS OF THE SECOND HALF OF THE HOLOCENE ACCORDING TO THE MULTI-PROXY DATA ON THE TERE-HOL' LAKE SEDIMENTS

O.K. Borisova¹, E.A. Konstantinov¹, A.V. Panin¹, Ye.I. Polyakova²,
O.N. Uspenskaya³

¹ *Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow*

² *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

³ *Russian Scientific Research Institute of Horticulture, Vereya*

Аннотация. По скважине, вскрывшей донные осадки оз. Тере-Холь (ЮВ Тува), выполнен комплексный анализ толщи органогенно-карбонатного сапропеля, накопившегося в интервале 6,5-2 тыс. калибр. л. н. На основе изучения вещественного и гранулометрического состава отложений, их пыльцевого, диатомового и комплексного биологического анализа проведены реконструкции состояния озерной экосистемы, изменений растительности на водосборе озера и короткопериодных климатических колебаний в постоптимальный интервал голоцена.

Ключевые слова: вековые колебания климата, юго-восточная Тува, постоптимальное похолодание голоцена.

Введение

Палеогеографические данные по горным территориям юга Сибири (Алтай, Саяны и Тува), собранные в течение последних десятилетий, позволяют проследить основные тенденции изменений климата в голоцене [1, 4-8]. В частности, установлено, что в этом регионе после теплой и относительно влажной оптимальной фазы голоцена 5,5-6 тыс. калибр. лет назад (далее т. л. н.) возобладала тенденция к похолоданию и иссушению климата. Проведенные нами реконструкции по палинологическим данным для Терехольской депрессии (ЮВ Тува) [2, 6], выявили чередование более влажных и сухих, а также более теплых и холодных фаз продолжительностью от нескольких

столетий до первых тысячелетий, происходившее на фоне этого похолодания. Тем не менее, реконструкции короткопериодных климатических осцилляций и отклика экосистем на них в данном регионе остаются немногочисленными и требуют дальнейшего уточнения и обоснования.

Объект и методы исследований

По скважине РВ-021, вскрывшей донные осадки оз. Тере-Холь (50°37' с. ш., 97°24' в. д.), выполнен комплексный анализ толщи органогенно-карбонатного ила (сапропеля) в интервале глубин 50-125 см, что по данным радиоуглеродного датирования соответствует временному промежутку 6,5-2 т. л. н. [4]. В течение оптимальной фазы голоцена накопление озерных осадков происходило здесь со скоростью около 0,3 мм/год, а после 6 т. л. н. замедлилось до 0,17 мм/год. На основе изучения вещественного и гранулометрического состава озерных отложений, пыльцевого и комплексного биологического анализа проведены реконструкции состояния озерной экосистемы, изменений растительности на водосборе озера и короткопериодных климатических колебаний в постоптимальный интервал голоцена.

Обсуждение результатов

В изученном слое сапропеля терригенная составляющая не превышает 20%, за исключением двух образцов глинистого сапропеля в его основании (рис. 1А). При этом в распределении минеральной фракции прослеживаются колебания в пределах 5-8% с периодом около тысячи лет, вероятно, соответствующие периодическим изменениям твердого стока рек, впадающих в озеро, и проточности на данном участке водоема.

В гранулометрическом составе минеральной фракции также заметны «волнообразные» изменения, однако их период более продолжителен – около 2000 лет (рис. 1Б). Фракции мелко- и тонкозернистого песка присутствуют в осадках в основании разреза до глубины 110 см и в интервале глубин 90-70 см, что примерно соответствует временным промежуткам 6,5-5,7 тыс. л. н. и 4,3-3,3 тыс. л. н. Одновременно возрастает содержание крупного алеврита. Можно предположить, что увеличение крупности частиц отражает возрастание неравномерности стока рек и высоты паводков, особенно в переходных условиях между влажными и сухими климатическими фазами.

Дополнительную информацию для палеоэкологических реконструкций дает учет количества остатков пресноводных губок: спикул – кремнеземистых скелетных элементов этих животных и геммул – покоящихся почек, которые служат для расселения и переживания неблагоприятных внешних условий (зимнего сезона, пересыхания водоема и проч.). Губкам требуется относительно чистая вода для поддержания их собственной фильтрационной системы и для нормального функционирования водорослей-симбионтов, которые нуждаются в достаточном освещении для фотосинтеза. Поскольку для прикрепления губок необходим плотный субстрат, остатки губок, вероятно, были принесены к месту расположения скв. РВ-021 вместе с терригенным материалом из приустьевой зоны одной из рек, впадающих в озеро, где имеются участки с

песчаным дном. Распределение остатков губок по разрезу (рис. 1В) довольно близко соответствует изменениям доли наиболее крупных минеральных частиц в терригенной части осадка, что косвенно подтверждает связь колебаний численности губок с изменениями гидрологического режима в бассейне озера. Изменения содержания органического вещества в отложениях, определенные путем прокаливания сухого осадка при 550°C (рис. 1Г), отражают рост биопродуктивности водоема в интервале 3-4,5 т. л. н., связанный с его наибольшим прогреванием в этот период.

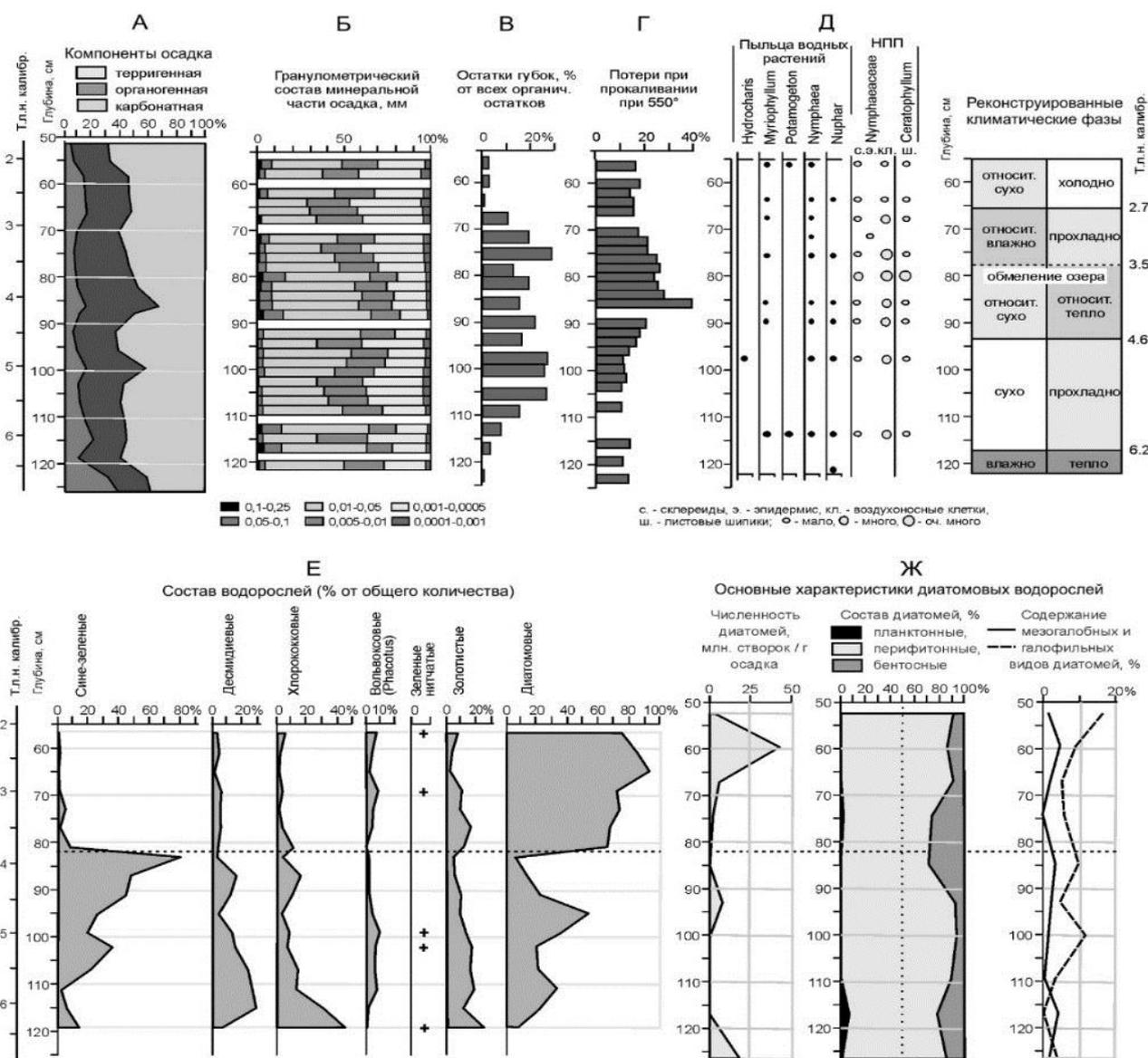


Рис. 1. Результаты комплексного изучения осадков оз. Тере-Холь.

Изменения в составе пыльцевых спектров и ископаемых флор в разрезе РВ-021, подробно рассмотренные нами ранее [2], позволили выделить следующие фазы изменений состава растительности на окружающей озеро территории: 1) 6,5-6,2 т. л. н. – наибольшее развитие лиственных и темнохвойно-таежных лесов; 2) 6,2-4,6 т. л. н. – возрастание доли березы в составе лесов, расширение сообществ микротермных кустарников, наибольшее

увеличение доли полыней и маревых в травянистых сообществах; 3) 4,6-3,5 т. л. н. – возрастание роли кедровых, сосновых и еловых лесов и участия мезофильных трав в наземном покрове; 4) 3,5-2,7 т. л. н. – сокращение доли лесов, расширение кустарниковых сообществ, развитие процессов заболачивания в котловине озера; 5) 2,7-2,0 т. л. н. – новое возрастание участия березы в составе кедровых лесов, расширение луговых и горностепных травянистых сообществ с участием ксерофитов и эрозиофилов. При этом состав водных растений, обитавших в озере, оставался стабильным на всем протяжении рассмотренного интервала (рис. 1Д). По всему разрезу в небольшом количестве встречается пыльца нимфейных – кувшинки (*Nymphaea*) и кубышки (*Nuphar*) – довольно теплолюбивых растений, для которых необходима средняя температура июля не менее 12°C. Помимо пыльцы, постоянно встречаются особо прочные клетки характерной формы из стеблей и листьев нимфейных, а также фрагменты кожицы их семян. Среди гидрофитов представлены также уруть (*Myriophyllum*), рдест (*Potamogeton*) и водокрас (*Hydrocharis*). Среди непыльцевых палиноморф (НПП) всюду присутствуют листовые шипики роголистника (*Ceratophyllum*). Состав пыльцы гидрофитов показывает, что озеро оставалось мелководным водоемом, хорошо прогреваемым в летний сезон. Отсутствие пыльцы водных растений при наибольшем содержании НПП в слое с глубины около 80 см позволяет реконструировать резкое обмеление озера 3,7-3,5 т. л. н.

Анализ состава водорослей в изученном горизонте сапропеля (рис. 1Е) подтверждает, что во время его формирования оз. Тере-Холь, как и в настоящее время, представляло собой небольшой, слабо проточный, местами заболоченный по берегам водоем. На альгологической диаграмме отчетливо выделяются два слоя с границей на глубине 80-85 см. Небольшой пик содержания хлорококковых водорослей в основании разреза соответствует верхней части слоя глинистого сапропеля, а последующее снижение их доли отражает процесс обмеления озера и его зарастание макрофитами. В целом, в нижней половине слоя сапропеля преобладают сине-зеленые водоросли. Они участвуют в обрастании макрофитов, образуют пленки и скопления на дне и являются главной причиной «цветения» воды. Особенно благоприятные условия для вспышек численности планктонных цианобактерий возникают при потеплении климата и временном обмелении водоема [3]. По-видимому, именно такие условия сложились в оз. Тере-Холь 3,7-3,5 т. л. н. На соответствующей глубине доля цианобактерий достигает 80% от всех остатков водорослей в осадке.

Десмидиевые водоросли, доля которых в нижней части разреза достигает 30% комплекса, – обитатели небольших пресных водоемов с чистой мягкой водой, бедной известью. Они образуют скопления у дна, прикрепляются слизью к донным растениям; планктонные формы единичны. Десмидиевые водоросли также характерны для торфяных болот, в особенности сфагновых. По мере увеличения жесткости воды в озере их содержание снижалось. Оно резко сократилось на этапе обмеления водоема и в верхней половине разреза не

превышало 5-7% от всех остатков водорослей. Изменения в обилии хризомонад (золотистых водорослей), вероятно, были связаны с наличием болотных массивов вблизи озера, с заболоченностью самого озера, с его небольшой величиной и слабой проточностью. Этапы повышения содержания хризомонад в разрезе РВ-021 в целом соответствуют этапам расширения торфяных болот в окрестностях озера, выявленным по палинологическим данным. По всему слою сапропеля в небольшом количестве обнаружены остатки *Phacotus* – одноклеточных зеленых водорослей, образующих кальцитовые раковинки. Эти водоросли обитают в водоемах с жесткой водой, где массово размножаются в летние месяцы. Также по всему разрезу спорадически встречаются остатки нитчатых зеленых водорослей.

Створки диатомовых водорослей, которые составляют от 10 до 50% всех остатков водорослей в нижней части разреза, после этапа обмеления озера доминируют в составе водорослевого фитоценоза (70-90% остатков водорослей). Тем не менее, восстановление их обилия после этого события также происходило постепенно, хотя и более быстро, чем у других таксонов, что хорошо видно по количеству створок диатомей в 1 г сухого осадка (рис. 1Ж). Этапу обмеления озера соответствует увеличение доли бентосных видов диатомей, тогда как основную массу по всей толще составляют виды-обрастатели; планктонные виды крайне редки. Наиболее многочисленны перифитонные *Staurosira construens* и *Gomphonema parvulum*, характерные для эвтрофных хорошо прогреваемых водоемов со слабощелочной реакцией воды, а также бентосный вид *Amphora ovalis*. Содержание представителей мезогалобных и галофильных видов диатомей возрастает вверх по разрезу с повышением минерализации воды. Наилучшие условия для массового развития диатомей, вероятно, создавались при усилении проточности озера 6-6,5 тыс. л. н. и 2-3 тыс. л. н.

Выводы

Результаты комплексных исследований осадков оз. Тере-Холь позволили выделить климатические фазы продолжительностью от нескольких столетий до тысячелетия: 1) 6,5-6,2 т. л. н. – тепло и влажно (конец климатического оптимума голоцена); 2) 6,2-4,6 т. л. н. – прохладно и сухо при увеличении континентальности климата; 3) 4,6-3,5 т. л. н. – потепление при слабом сокращении аридности; 4) 3,5-2,7 т. л. н. – возрастание влажности при углублении похолодания; 5) 2,7-2,0 т. л. н. – дальнейшее похолодание при установлении более сухих и континентальных климатических условий. Эти климатические изменения проявлялись на фоне общего тренда к похолоданию и иссушению климата в регионе. В течение всего рассмотренного интервала оз. Тере-Холь оставалось мелководным водоемом, хорошо прогреваемым в летний сезон, при чередовании этапов обмеления и обводнения, усиления и ослабления проточности, связанном с климатическими причинами.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке Проекта РФФИ 19-05-00863.

Литература

- [1] Бляхарчук Т.А. Реконструкция лесной и высокогорно-степной растительности юго-западной части Тувы с позднеледниковья до современности // География и природные ресурсы. 2008. № 1. С. 89-96.
- [2] Борисова О.К., Панин А.В., Успенская О.Н. Изменения растительности и климата в Терехольской впадине (юго-восточная Тува) во второй половине голоцена // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по м-лам Всеросс. научно-практич. конф. LXXIII Герценовские чтения. СПб, 2020. С. 407-412.
- [3] Кордэ Н.В. Биостратиграфия и типология русских сапропелей. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 219 с.
- [4] Панин А.В., Бронникова М.А., Фуззина Ю.Н. и др. Палеоклимат, палеогидрология и палеокриогенез на юго-востоке Саяно-Тувинского нагорья в позднеледниковье и голоцене (по результатам изучения истории озера Терехоль) // Бюлл. Комиссии по изуч. четвертичного периода. 2012. Т. 72. С. 104-121.
- [5] Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S. et al. Late-glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan high-mountain plateau, Altai Mountains, southern Siberia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2004. V. 209. P. 259-279.
- [6] Borisova O., Panin A. Multicentennial climatic changes in the Tere-Khol basin, Southern Siberia, during the Late Holocene // Geography, Environment, Sustainability. Vol. 2. P. 148-161.
- [7] Rudaya N., Nazarova L., Novenko E. et al. Quantitative reconstructions of mid- to late Holocene climate and vegetation in the northeastern Altai Mountains recorded in lake Teletskoye // Global and Planetary Change. 2016. V. 141. P. 12-24.
- [8] Tchebakova N.M., Blyakharchuk T.A., Parfenova E.I. Reconstruction and prediction of climate and vegetation change in the Holocene in the Altai-Sayan mountains, Central Asia // Environmental Research Letters. 2009. Т. 4. № 4. С. 045025.

S u m m a r y. A multi-proxy analysis of the gyttja core from the Tere-Khol' lake (SE Tuva), including the studies of sediment properties, particle size distribution, pollen, diatom and biological analyses, was performed. Based on these studies, reconstructions of the state of the lake ecosystem, changes in vegetation in drainage basin and centennial fluctuations in temperature and humidity during the post-optimal interval of the Holocene from 6.5 to 2 ka cal yr BP were carried out.

МОРФОЛОГИЯ ЗАТОПЛЕННЫХ УСТУПОВ И ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ

Д.В. Дорохов^{1,2}, Н.Н. Луговой^{1,3}, Е.В. Дорохова¹, Л.М. Буданов⁴, И.Ю. Дудков^{1,2}

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, *d_dorohov@mail.ru*

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, *d_dorohov@mail.ru*

³МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, *lugovoy-n@ya.ru*

⁴Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), г. Санкт-Петербург, *leon_likes@mail.ru*

MORPHOLOGY OF SUBMERGED CLIFFS AND RELATIVE SEA-LEVEL CHANGE DURING THE LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE IN THE SOUTHEASTERN BALTIC SEA

D.V. Dorokhov^{1,2}, N.N. Lugovoy^{1,3}, E.V. Dorokhova¹, L.M. Budanov⁴,
I.Yu. Dudkov^{1,2}

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad*

³*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

⁴*A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg*

Аннотация. Субаквальные клифы являются важными объектами для палеогеографических реконструкций, однако в настоящее время они недостаточно хорошо изучены. На основе новых геолого-геофизических данных построены крупномасштабные батиметрическая, геоморфологическая и литологическая карты-схемы подводного берегового склона Самбийского п-ова в районе м. Таран. Выполнено детальное геоморфологическое описание выявленных затопленных древних береговых уступов и уточнен их генезис. Реконструированы условия и время формирования затопленных уступов, уточнена кривая изменения относительного уровня моря в юго-восточной части Балтийского моря в позднем плейстоцене-голоцене.

Ключевые слова: субаквальные клифы, геоморфологическая карта, карта типов осадков, палеогеографическая реконструкция, м. Таран, Балтийское море.

Введение

Затопленные уступы повсеместно распространены на шельфе Мирового океана и являются элементами древних береговых линий, которые представляют собой геологическую летопись изменений положений уровня моря. Юго-восточная часть Балтийского моря является уникальным местом, где древние береговые уступы сохранились в большом количестве, а наибольшая их сохранность характерна для подводного берегового склона в районе м. Таран. Наличие двух основных факторов, таких как твердый тип субстрата и крутой береговой склон, позволило «законсервировать» многочисленные уступы, образовавшиеся в результате колебаний и последующей трансгрессии моря. Юго-Восточная Балтика является эталонным участком для изучения древнебереговых образований, поскольку в течение голоцена не испытывала существенных неотектонических движений, связанных с гляциоизостазией [6].

Несмотря на то, что субаквальные клифы являются ценными объектами для палеогеографических реконструкций, исследования террасированных подводных береговых склонов на шельфе Мирового океана довольно скудны

из-за отсутствия геофизических данных высокого разрешения, трудностей в проведении прямых наблюдений и датировок подводных форм рельефа, слабой изученностью процессов сохранения древних береговых линий на шельфе [3]. Предыдущие исследования затопленных уступов в юго-восточной части Балтийского моря довольно противоречивы (например, [2, 4]). Попытки обобщения литературных данных и картографирования положения затопленных древних береговых уступов были предприняты в [1, 5]. Однако отсутствие сейсмоакустических и многолучевых батиметрических данных в этих работах не позволило провести детальные геоморфологические и палеогеографические исследования.

Регион исследований, объекты и методы

Район исследования расположен в юго-восточной части Балтийского моря на подводном береговом склоне Самбийского п-ова в районе м. Таран (рис. 1). Объект исследования – террасированный подводный береговой склон.

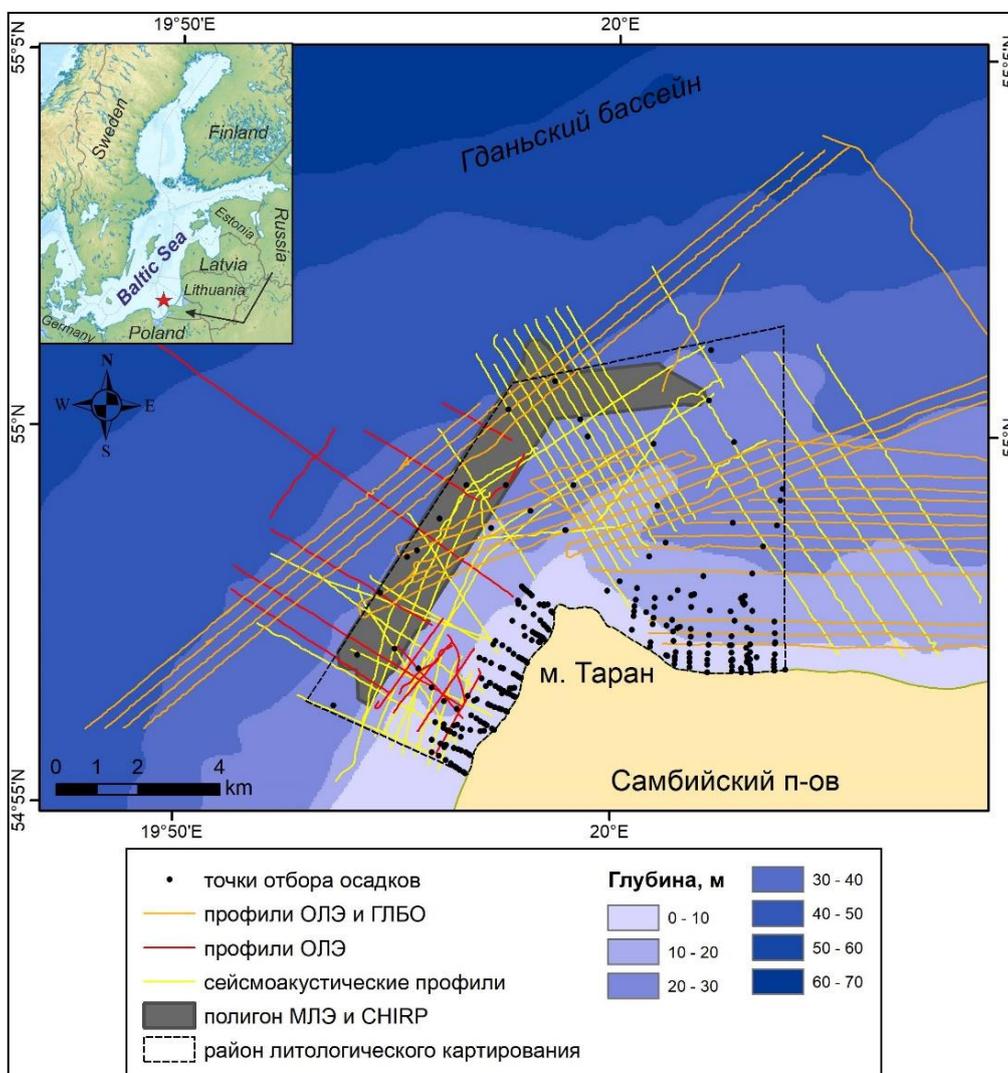


Рис. 1. Схема расположения района исследования и обеспеченности геолого-геофизическими данными.

Исследование проводилось на основе геолого-геофизических данных, полученных в экспедициях с привлечением архивных данных (АО ИО РАН, ВСЕГЕИ, Музея Мирового океана, ФГУНПП «СЕВМОРГЕО», ГБУ КО Балтберегозащита). Геофизические исследования включали однолучевые эхолотные съемки, гидролокацию бокового обзора (ГЛБО) и сейсмоакустическое профилирование. По результатам ГЛБО был выбран участок террасированного склона с наиболее высоким уступом для многолучевой эхолотной съемки (МЛЭ) на глубинах от 16 до 42 м длиной 11 км, шириной 1,2 км. Съемка МЛЭ была проведена в 2020 г. в 47-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Николай Страхов» многолучевым эхолотом Reson SeaBat 8111. Поверхностные осадки отбирались малыми ручными драгами и дночерпателями. Гранулометрический анализ проб донных отложений проводился ситовым методом. Схема обеспеченности данными приведена на Рис. 1.

Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований террасированного подводного берегового склона Самбийского п-ова в районе мыса Таран уточнено положение затопленных уступов и подводной палеодолины (Рис. 2), впервые выявлены реликтовые абразионные формы в районе самого высокого уступа - кекуры, карсты, овраги. Выполнено геоморфологическое и литологическое картографирование.

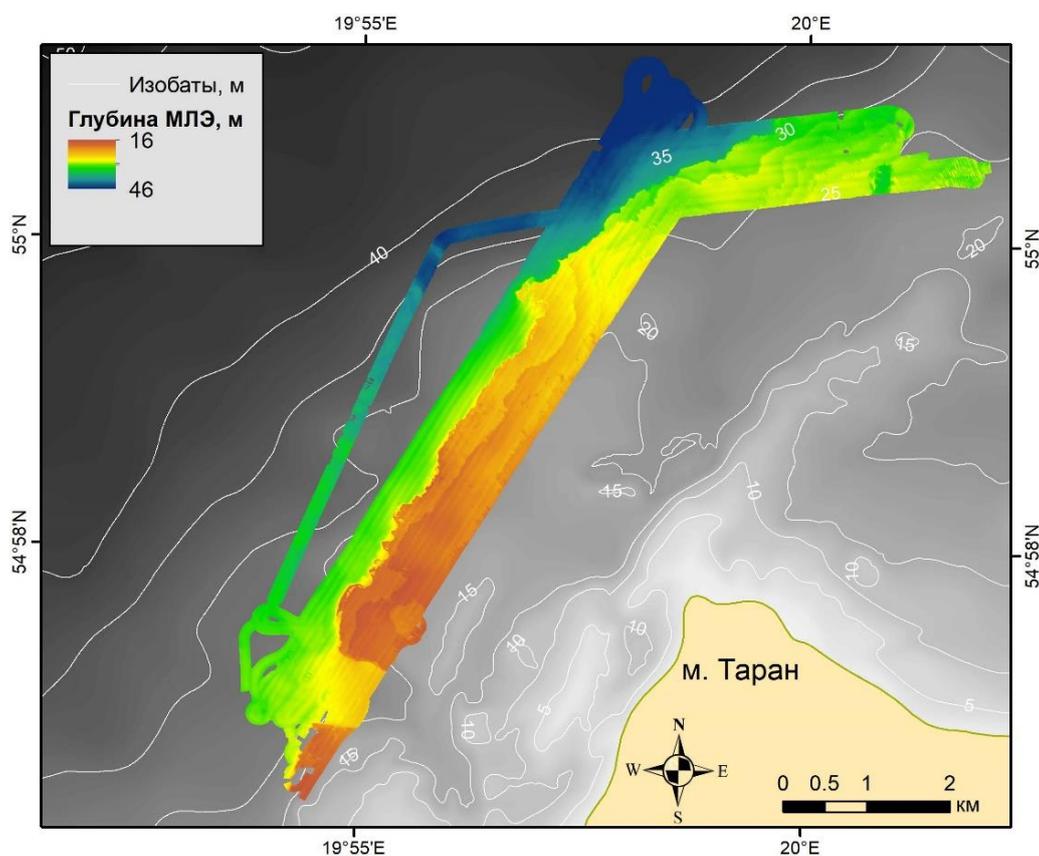


Рис. 2. Цифровая модель рельефа дна и схема расположения затопленных уступов на подводном береговом склоне Самбийского п-ова.

По морфологическим особенностям и геологическому строению выявлены структурно обусловленные и связанные с древними береговыми уровнями уступы. Формирование рельефа началось в результате постепенного отступления Скандинавского ледника, начавшегося около 16 тыс. л. н. Самый высокий уступ (высотой до 10 м) с глубиной подошвы от 26 до 35 м сформирован в меловых отложениях и на разных участках имеет различия в возрасте образования и генезисе. Северный фрагмент уступа с глубиной подошвы 34-35 м является полигенетическим. Изначально он образован в результате разлома со смещением, а затем выработан на стадии Балтийского ледникового озера (БЛО) под воздействием волновой абразии. Западный фрагмент уступа с глубиной подошвы 26-27 м образовался на стадии Анцилового озера (АО) и имеет абразионное происхождение. На глубинах 0-26 м при медленном подъеме уровня моря (0,06-0,8 м за 100 лет) под воздействием избирательной эрозии на поверхности моноклинально залегающих палеогеновых отложений выработалась трансгрессивная поверхность размыва в виде куэстового рельефа. Выявленные террасы на глубинах 29 м, 34 м, 40 м, 43 м, 48 м и 52 м образовались в периоды трансгрессий БЛО и АО и сохранились в результате относительно быстрых кратковременных (~15 м за 100 лет) изменений уровня бассейна.

По глубине расположения древних береговых уступов и террас для юго-восточной части Балтийского моря уточнены положения и скорости изменения относительных уровней бассейна на различных стадиях. Относительный уровень БЛО в районе Самбийского п-ова в период наиболее длительного стояния около 16-14 тыс. л. н. находился на отметке -34 м (Рис. 3). В периоды БЛО и АО трансгрессий (13-10,7 тыс. л. н.) уровень повышался не постепенно, а скачками с относительно длительным стоянием на отметках -29 м, -34 м, -40 м, -43 м, -48 м и -52 м. Относительный уровень АО (10,7-9,8 тыс. л. н.) менялся, но находился длительное время (~1000 лет) около отметки 26-27 м. В литориновую и пост-литориновую стадии (9,8-0 тыс. л. н.) уровень медленно повышался, но на отметке -21 м, зафиксирована одна быстрая трансгрессия.

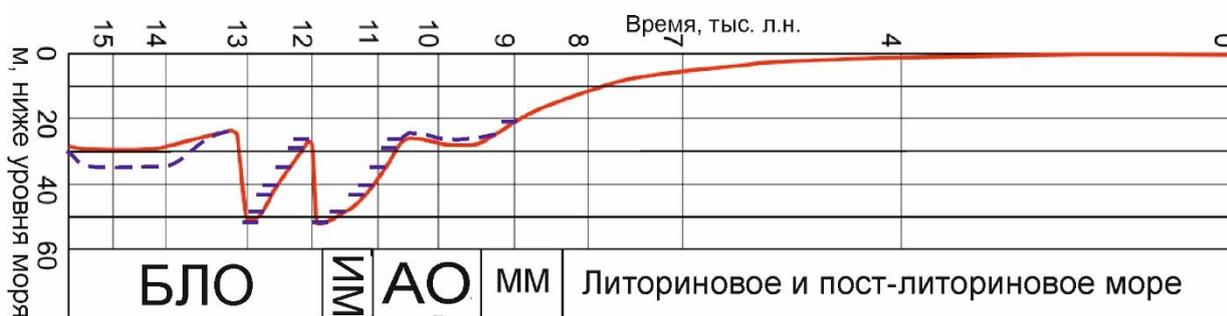


Рис. 3. Кривая относительного изменения уровня моря в юго-восточной части Балтийского моря по [3].

Синим пунктиром показана кривая уровня, скорректированная для района м. Таран, синими штрихами — периоды возможной стабилизации уровня. БЛО — Балтийское ледниковое озеро, ИМ — Иольдиевое море, АО — Анцилово озеро, ММ — Море Мастоглоя.

Выводы

В результате экспедиционных исследований получены новые данные о рельефе и строении подводного берегового склона Самбийского п-ова в районе м. Таран. Построены крупномасштабные батиметрическая, геоморфологическая и литологическая карты-схемы района исследования. Выполнено подробное геоморфологическое описание выявленных уступов и уточнен их генезис. Реконструированы условия и время формирования затопленных береговых уступов. В формировании рельефа подводного берегового склона выделено 6 основных этапов, связанных с различными стадиями Балтийского моря в позднем плейстоцене и голоцене. По глубине расположения древних береговых уступов и террас для юго-восточной части Балтийского моря уточнены положения и скорости изменения относительных уровней моря в позднем плейстоцене-голоцене.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ИО РАН (тема №0128-2021-0012), экспедиционные исследования – частично при поддержке проекта РФФИ № 18-05-80087.

Литература

- [1] *Дорохов Д.В., Дорохова Е.В.* Литодинамические и геоморфологические особенности террасированного подводного склона Самбийского п-ова (юго-восточная часть Балтийского моря) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. – 2014. - № 1. – С. 30 - 41.
- [2] *Blazhchishin A.I.* 2002. Littoral area in the Baltic Sea off the Sambian Peninsula. In: *Geology of the Gdansk Basin*. pp. 374-379.
- [3] *Green A.N., Cooper J.A.G., Salzmann L.* 2014. Geomorphic and stratigraphic signals of postglacial meltwater pulses on continental shelves. *Geology* 42, 151-154. doi:10.1130/G35052.1
- [4] *Gudelis V., Königsson L.K.*, 1979. The Quaternary History of the Baltic. University of Uppsala.
- [5] *Sivkov V., Dorokhov D., Ulyanova M.* 2011. Submerged Holocene Wave-Cut Cliffs in the South-eastern Part of the Baltic Sea: Reinterpretation Based on Recent Bathymetrical Data. In: *The Baltic Sea Basin*. pp. 203–217. doi:10.1007/978-3-642-17220-5
- [6] *Uścińowicz S.* 2003. Relative sea level changes, glacio-isostatic rebound and shoreline displacement in the Southern Baltic. *Polish Geological Institute Special Papers* 10, 1-80.

S u m m a r y. Subaquatic cliff are important objects for the paleogeographic reconstructions although they are poorly studied. In this study large-scale bathymetric, geomorphological and lithological maps of the near-shore zone of the Sambian Peninsula and Taran Cape are constructed on the base of new geological and geophysical data. Detail geomorphological description of the revealed submerged ancient shorelines is made and their origin is specified. Conditions and time of their formation are reconstructed. The curve of the relative sea-level for the South-eastern Baltic Sea is elaborated.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОКЛИМАТЕ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА – РАННЕГО ГОЛОЦЕНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПРИБАЛТИКИ

О.А. Дружинина^{1,2}

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, *olga.alex.druzhinina@gmail.com*

²Институт океанологии РАН, г. Москва

NEW DATA ON THE LATE PLEISTOCENE - EARLY HOLOCENE PALAEOCLIMATE OF THE SOUTH-EASTERN BALTIC REGION

O.A. Druzhinina^{1,2}

¹*Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg*

²*Institute of Oceanology Russian Academy of Science, Moscow*

Аннотация. В статье представлена реконструкция палеоклимата юго-восточной Прибалтики, выполненная на основе результатов многолетних палеолимнологических исследований оз. Камышовое, Калининградская область. Получены изменения летних температур для временного интервала «бёллинг – бореал». Проведенное исследование свидетельствует, что наряду с температурой воздуха, изменение влажности также было одной из важнейших причин коренных преобразований природной среды и в позднеледниковье, и в голоцене. Сделан вывод о том, что, после наступления голоценовой эпохи, в Прибалтике еще на протяжении, по крайней мере, двух тысяч лет наблюдались существенные колебания (похолодания) климата.

Ключевые слова: палеоклимат, юго-восточная Прибалтика, короткопериодные климатические осцилляции, позднеледниковье, ранний голоцен, палеолимнология.

Введение

Одна из самых актуальных современных научных проблем связана с вопросом, что происходит с современным климатом, и насколько человек может быть ответственен за те или другие климатические изменения. Гипотезы и методы исследований этой проблемы различны, и одним из перспективных направлений является изучение климата прошлого (палеоклимата) и, в особенности, короткого, по геологическим меркам, временного интервала длиной в несколько тысяч лет при переходе от последней ледниковой эпохи к современной (голоцену). Именно тогда началась коренная перестройка климата и природной среды в целом, которая и привела к формированию современных климатических условий и ландшафтов.

Выполненные нами реконструкции палеоклимата юго-восточной Прибалтики являются результатом многолетних палеолимнологических исследований оз. Камышовое, Калининградская область [1, 2]. Они существенно детализируют общие существующие взгляды о послеледниковой эпохе в рассматриваемом регионе и составляют необходимую основу для дальнейшего палеогеографического изучения данной территории.

Объекты и методы

Бурение и отбор проб донных осадков оз. Камышовое (N 54°22'; E 22°42'; 192 м над ур.м.) проводилось в 2010-2012 гг. Пробоотбор проходил с плота и со

льда с использованием торфяного бура (диаметр пробоотборника 5 см, длина 1 м); отобраны колонки донных осадков максимальной мощностью 9.6 м.

Донные отложения были детально исследованы с помощью комплекса независимых методов, каждый из которых предоставил ценные и дополняющие друг друга данные. Исследование включает: геохронологическое датирование; литологический, палеоизотопный, палеомагнитный, геохимический анализы; хирономидный анализ и палеотемпературные реконструкции; палинологический и диатомовый методы исследований.

Обсуждение результатов

Полученные результаты позволили реконструировать динамику палеоклимата юго-восточной Прибалтики в конце плейстоцена – начале голоцена.

Бёллинг – аллерёд. Палеотемпературные данные, имеющиеся для региона, свидетельствуют о быстром повышении летних температур примерно с 16.2 до 13.7 тыс.л.н., когда среднеиюльские значения составляли +16..+17 °С и выше. Некоторое незначительное и, вероятно, кратковременное похолодание зафиксировано данными хирономидного анализа около 14.5 тыс.л.н., однако и в этот период реконструированная температура составляет +16 °С. С 13.7 по 11.9 тыс.л.н. общее направление температурного тренда меняется на понижение. Среднеиюльские температуры в аллерёде колебались в пределах +15..+16.5 °С.

Поздний дриас. Полученная нами палеотемпературная кривая отражает начало позднедриасового похолодания более быстрым, по сравнению с предыдущим интервалом, снижением летних температур после ~12.7 тыс.л.н. Примерно за 300 лет среднеиюльская температура упала на 3 °С. Переход к более холодному и континентальному климату в начале позднего дриаса сопровождался, вероятно, усилением ветров в осенне-зимний период. Данные геохимического анализа свидетельствуют также о высокой интенсивности эрозионных процессов в первую «300-летнюю» фазу позднего дриаса. В то же время, вторая половина стадиала характеризуется большей климатической нестабильностью, и, по-видимому, существованием интервалов с более мягкими и влажными зимами. С 11.9 по 11.5 тыс.л.н. начинается период постепенного повышения летних температур, однако значения остаются в пределах, характерных для позднего дриаса и не превышают +14.5 °С. Вероятно, главной особенностью перехода от позднего дриаса к голоцену является рост влажности и общее смягчение климатических условий за счет снижения континентальности климата в данной части Прибалтики.

Ранний голоцен. По результатам исследований, в эту эпоху продолжается период климатической нестабильности. Палеотемпературная кривая, построенная по данным хирономидного анализа, показывает значительные колебания. Эти данные подтверждаются и результатами геохимического анализа раннеголоценовых озерных отложений, отражающего реакцию абиотических компонентов на короткопериодные климатические осцилляции,

которые зафиксированы ~11.4, 11.2, 10.7, 10.4, 9.7, 9.3 и 8.2 тыс.л.н. При этом, во время похолоданий летние температуры оставались на значениях, характерных для позднего дриаса, а потепление, сравнимое с аллередом, наступило только после 9.7 тыс.л.н., когда значение среднеиюльской температуры достигло отметки +15..+15.2 °С. Более менее стабильное повышение температуры реконструировано после 9.5 тыс.л.н., однако рост летних температур согласно имеющимся на настоящий момент данным происходил очень постепенно: значение достигло +16 °С только ~7 тыс.л.н.

Выводы

Комплексный подход позволил получить важные не только для Прибалтики, но и для географической науки в целом результаты. Так, например, был сделан вывод, что изменение влажности климата, а не только изменение температуры, было одной из важнейших причин коренных преобразований природной среды Прибалтики и в позднеледниковье, и в голоцене. Полученные данные показали также, что после наступления голоценовой эпохи в данном регионе еще на протяжении, по крайней мере, двух тысяч лет наблюдались существенные колебания (похолодания) климата.

Благодарности

Палеоклиматические реконструкции выполнены при поддержке гранта РФФ (18-77-10016), геохимические исследования в рамках госзадания ИО РАН (тема №0149-2019-0013). Аналитические работы поддержаны грантом РФФИ (18-05-80087).

Литература

- [1] *Druzhinina O., Subetto D., Stančikaite M., Vaikutiene G., Kublitsky J., Arslanov Kh.* Sediment record from Kamyshovoe Lake, Kaliningrad Region: new data on history of vegetation in the late Pleistocene – early Holocene // *Baltica*. 2015. № 28 (2). С. 121-134.
- [2] *Druzhinina O., Kublitskiy Y., Stančikaitė M., Nazarova L., Syrykh L., Gedminienė L., Uogintas D., Skipityte R., Arslanov Kh., Kulkova M., Subetto D.* The Late Pleistocene - Early Holocene Palaeoenvironmental Evolution in the SE Baltic Region, Kaliningrad District, Russia: a new approach based on chironomid, geochemical and isotopic data from Kamyshovoe Lake // *Boreas*. 2020. DOI:10.1111/bor.12438.

S u m m a r y. The paper is devoted to the new data on the late Pleistocene - early Holocene palaeoclimate of the south-eastern Baltic region. The palaeolimnological study of the Kamyshovoe lake bottom sediments provided information on the average summer temperatures and the temperature dynamics in the time period from the Bølling till the end of the Boreal period.

РАЗРЕЗЫ СЕВЕРНОГО БЕРЕГА САМБИЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА - СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ АРХИВЫ ИСТОРИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Н.Е. Зарецкая^{1,2}, Н.Н. Луговой^{2,3}, А.В. Лудикова⁴

¹Институт географии РАН, г. Москва, n_zaretskaya@igras.ru

²Геологический институт РАН, Москва

³Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, lugovoy-n@ya.ru

⁴Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург, ellerbeckia@yandex.ru

SECTIONS OF THE NORTHERN COAST OF THE SAMBIAN PENINSULA - SEDIMENTATION ARCHIVES OF THE HISTORY OF THE SOUTH-EASTERN BALTIC IN THE LATE GLACIAL AND HOLOCENE

N.E Zaretskaya^{1,2}, N.N. Lugovoy^{1,3}, A.V. Ludikova⁴

¹Institute of Geography RAS, Moscow

²Geological Institute of RAS, Moscow

³Faculty of Geography, MSU, Moscow

⁴Institute of Limnology RAS, St.-Petersburg

Аннотация. Получены новые данные об отложениях позднеледниковья и голоцена, исследованных в разрезах северного берега Самбийского полуострова посредством литостратиграфического изучения и радиоуглеродного датирования. Выделены две фазы аккумуляции в прибрежной зоне - в позднеледниковье и в позднем голоцене, соотносённые со временем существования Балтийского Ледникового Озера и позделиториновой трансгрессии Балтийского моря.

Ключевые слова: Самбийский полуостров, колебания уровня Балтийского моря, палеогеография, позднеледниковье, голоцен, возраст.

Введение: район работ и постановка задачи

В рамках выполнения проекта РФФИ Опасные явления № 18-05-80087 «Катастрофические изменения уровня Балтийского моря в позднем плейстоцене и голоцене» в январе-феврале 2020 года нами были проведены исследования разрезов рыхлых отложений северного берега Самбийского полуострова. Разрезы были найдены нами во время проведения поисковых береговых маршрутов. Исследования включали литостратиграфическое изучение разрезов, отбор образцов на радиоуглеродное и ОСЛ-датирование, на диатомовый и биологический анализы, а также DGPS-съёмку для привязки литологических границ и отобранных образцов к уровню моря. Ранее подобные объекты на этой территории не изучались.

Результаты и их обсуждение

Всего было изучено 7 разрезов, для двух из которых уже получены аналитические данные. Это разрезы Алейка и Купальный.

Разрез Алейка (54.937051°N, 20.360373°E) расположен на абразионном уступе Балтийского моря в 1,3 км западнее устья р. Алейки, в пределах её водосборного бассейна и, по-видимому, вскрывает останец террасы; общая мощность вскрытых отложений – 2.2 м. В подошве разреза залегает тёмно-серый суглинок с редкими включениями обломков пород. По кровле слоя (0.8 м н.у.м.) наблюдается примесь тонкозернистого песка. На нём с резким

контактом залегает коричневый торф с древесными остатками. Из кровли (1 м н.у.м.) и подошвы этого слоя были отобраны радиоуглеродные образцы, по которым получены даты в диапазоне 13800-13100 кал.л.н. На торфе с резким контактом лежит зеленовато-серый лёгкий суглинок с рассеянной органикой, выше переходящий в бурый оторфованный сапропель. По кровле сапропеля получена радиоуглеродная дата ~ 12800 кал.л.н. Сапропель переходит в светло-серый очень пластичный суглинок с остатками корневищ тростника, мелкими обломками древесины и прослоями тонкозернистого песка – алеврита. Из этого слоя по прослою с рассеянной органикой (30 см от кровли) получена радиоуглеродная дата ~12150 кал.л.н. Эта толща с резким контактом перекрыта бурым оторфованным суглинком, к верху переходящим в торф, по которому получена дата ~400 кал.л.н. В торфе прослеживаются линзы среднезернистого песка, который и лежит в кровле разреза, с резким контактом перекрывая торф. Субгоризонтальная террасовидная поверхность, покрытая песками занята полосой соснового леса шириной до 100 м. От края леса поверхность имеет слабый уклон от берега моря к долине р. Алейки.

В 250 м выше устья реки в заболоченной долине Алейки была пробурена скважина глубиной 2.3 м (54.936253° с.ш., 20.380754° в.д., высота устья скважины 0,7 м н.у.м.). В подошве скважины вскрывается глина сизая очень плотная, выше переходящая в тяжёлый сизо-серый и далее буроватый суглинок, с поверхности перекрытый торфом.

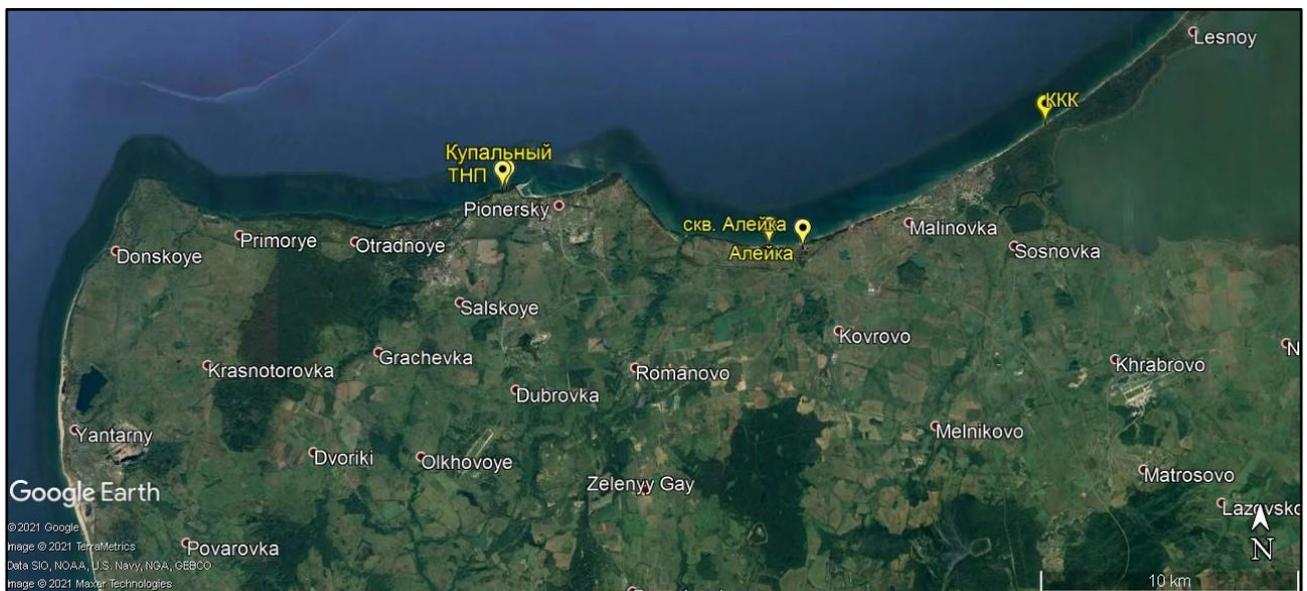


Рис. 1. Район работ: северный берег Самбийского полуострова с обозначенными точками расположения разрезов (источник GoogleEarthPro).

Разрез Купальный (54.957080° с.ш., 20.201605° в.д.) расположен в береговом обрыве Балтийского моря, между мысом Купальный и портом Пионерский; мощность вскрытых отложений – 4 м. В подошве разреза вскрывается зеленовато-серый неявно слоистый средний суглинок с мелкой галькой по кровле слоя, на котором с чётким горизонтальным контактом лежит

оторфованный суглинок, выше переходящий в торф с редкими древесными остатками. По подошве (2.4 м н.у.м.) и кровле (2.7 м н.у.м.) этого слоя были получены радиоуглеродные даты в диапазоне 3500-1370 кал.л.н. На торфе с размывом залегает неявнослоистый светло-серый средний суглинок с рассеянной органикой, выше переходящий в алевролит. По слою случайным образом встречаются обломки пород размерностью от мелкой до крупной гальки. Поверхность, вскрытая разрезом – горизонтальная.

Недалеко от разреза Купальный прямо на урезе вскрывается размываемый пласт торфа, по которому была получена радиоуглеродная дата ~400 кал.л.н.

Полученные новые данные выявили две фазы аккумуляции в прибрежной зоне северного побережья Самбийского полуострова: в позднеледниковье и в позднем голоцене. Наличие песка в кровле диамиктона в разрезе Алейка указывает на то, что, по-видимому, в подошве разреза вскрыта морена (возможно, стадияльная), кровля которой была подвержена размыву. Подобные выходы морены с перемытой кровлей были нами встречены по всему северному берегу Самбийского полуострова. Возраст перекрывающих морену органогенных прослоев говорит в пользу того, что размыв осуществлялся водами Балтийского Ледникового Озера (БЛО), береговая линия которого в данном регионе мигрировала вместе с отступающим краем ледника, при этом происходили колебания уровня БЛО, связанные с изменениями высот порога стока. Возраст БЛО оценивается в 16-11.7 т.л.н. [2]; в разрезе Алейка мы наблюдаем перекрывающий (с размывом) морену торф, фиксирующий болотное осадконакопление, который последовательно сменяется чередованием суглинков с рассеянной органикой и оторфованных сапропелей. Остатки тростника указывают на зарастание в прибрежной обстановке бассейна. Возраст отложений в диапазоне 13800-12000 кал.л.н. говорит о том, что в разрезе на высотах 0.8-2.1 м н.у.м. вскрываются отложения трансгрессивной серии, где отложения прибрежного болота сменяются отложениями озёрного (?) залива или лагуны Балтийского ледникового озера. Похожие осадки были изучены на мысу Вентес-Рагас: здесь на морене залегает сапропель с раковинами пресноводных моллюсков (озёрные отложения), сменяющийся выше по разрезу плотным торфом (болото), возраст которых определён в диапазоне 13700-12400 кал.л.н. [1]. Также нами в прикорневой части Куршской косы был найден вскрывающийся на пляже торф, по которому получены даты в диапазоне 10450-10250 кал.л.н., перекрывающий суглинок; по-видимому, здесь вскрыты отложения небольшого залива (лагуны), но уже более позднего, Анцилового, озера, возраст которого оценивается в 10.7-9.8 кал.л.н. [2].

Дальнейшая летопись в разрезе Алейка уничтожена, по-видимому, последующими трансгрессиями Балтики. Оторфованный суглинок и торф возрастом 400 кал.л.н., перекрытый песком, относится уже к современным субаэральным образованиям (болотце, занесённое эоловым песком). Фрагмент голоценовой летописи сохранился в расположенном гипсометрически выше разрезе Купальном. Здесь на высотах 2.0-5.5 м мы видим регрессивно-

трансгрессивную серию осадков: прослой гальки в кровле нижнего суглинка может свидетельствовать о том, что сам суглинок накапливался в прибрежно-морской (лагунной) обстановке, а галька могла быть заброшена сюда во время сильного шторма. По-видимому, этот слой накапливался во время позднелиториновой трансгрессии, возраст которой оценивается до 3-2 кал.т.л.н. [3]. В дальнейшем лагунное осадконакопление сменилось болотным, и в промежутке 3500-1370 л.н. здесь накапливался оторфованный суглинок и торф, кровля которого была частично размывта. Впоследствии в результате повышения уровня моря болотное осадконакопление вновь сменилось лагунным. И уже в недавнее время в результате резкого падения уровня моря не позднее ~ 400 кал.л.н. сформировался торф, который в настоящее время размывается на пляже.

Разрезы, вскрывающие осадки позднеделниковья и голоцена, на северном побережье Самбийского полуострова фрагментарны, но они есть, и позволяют получить новую информацию о палеогеографии этого региона.

Благодарности

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ_Опасные явления № 18-05-80087.

Литература

- [1] *Bitinas A.* The Quaternary of Western Lithuania: from the Pleistocene Glaciations to the evolution of Baltic Sea. The INQUA Peribaltic Field Symposium. Vilnius. 2007. 110 p.
- [2] *Rosentau A., Bennike O., U'scinowicz S., Miotk-Szpiganowicz G.* The Baltic Sea Basin. Submerged Landscapes of the European Continental Shelf: Quaternary Paleoenvironments, First Edition. John Wiley & Sons Ltd. 2017. P. 103-133.
- [3] *Witkowski A., Cedro B., Dobosz S., Seddon A.W.R., Kierzek A.* Late Glacial to Holocene Environmental Changes (with Particular Reference to Salinity) in the Southern Baltic Reconstructed from Shallow Water Lagoon Sediments. Coastline changes of the Baltic Sea from South to East. Springer. 2017. P. 175-193.

S u m m a r y. New data have been obtained on Late Glacial and Holocene sediments studied in the sections of the northern coast of the Sambian Peninsula by means of lithostratigraphic survey and radiocarbon dating. Two phases of accumulation in the coastal zone, in the Late Glacial and in the Late Holocene, have been identified, correlated with the time of the existence of the Baltic Glacial Lake and the late Littorina transgression of the Baltic Sea.

ОТРАЖЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ГОЛОЦЕНА НА РАЗВИТИИ ПРИРОДНОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ НИЖНЕНЕМАНСКОЙ ДЕЛЬТОВОЙ НИЗМЕННОСТИ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.Г. Напреенко¹, Т.В. Напреенко-Дорохова^{1,2}

¹*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, taxnapr@gmail.com*

²*Балтийский федеральный университет им. И. Канта, tnapdor@gmail.com*

REFLECTION OF THE HOLOCENE COLD EVENTS DURING THE FORMATION OF NATURAL ENVIRONMENTS IN THE NEMAN DELTA LOWLAND (KALININGRAD REGION, RUSSIA)

M.G. Napreenko¹, T.V. Napreenko-Dorokhova^{1,2}

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad*

Аннотация. Предпринята попытка сопоставления климатических осцилляций голоцена с развитием растительного покрова в северо-западной части Калининградской области. На построенную спорово-пыльцевую диаграмму болота Мохового, расположенного на Нижненеманской низменности, были наложены линии, соответствующие по времени глобальным коротким холодным событиям голоцена (циклам Бонда). С диаграммой были сопоставлены кривая суммарного солнечного излучения в голоцене и кривая содержания изотопа кислорода ¹⁸O в гренландском ледяном керне (NGRIP).

Ключевые слова: палеогеография, голоцен, климатические осцилляции, дельта Немана, циклы Бонда, растительность.

Введение

Влияние климата на развитие природной обстановки достаточно хорошо прослеживаются по изменениям растительности, поскольку растительность является большей частью климатически обусловленным компонентом ландшафта и достаточно быстро в геологических масштабах меняется в ответ на направленные изменения климата. В то же время благодаря большой способности к саморегуляции экосистем, составляющих ландшафт, проявления коротких климатических событий (осцилляций) не всегда удаётся достоверно отследить палинологическим методом. Часто влияние таких событий оказывается опосредованным. Поэтому о влиянии коротких глобальных климатических событий на растительный покров в региональном масштабе можно судить лишь с определённой долей вероятности.

Определённый интерес в этом отношении представляет дельтовая низменность реки Неман – особый ландшафтный район региона Юго-Восточной Балтики, занимающий значительную территорию вдоль восточного побережья Куршского залива и охватывающий целый ряд водных и болотных экосистем, изучение которых представляет значительный интерес для выявления ключевых палеогеографических событий голоцена.

Регион исследований, объекты и методы

Объектом исследования является верховое болото Моховое, расположенное в восточной части Нижненеманской низменности, с торфяной

залежью, мощностью 7 м. Построенная спорово-пыльцевая диаграмма отложений болота Мохового охватывает временной промежуток от раннего голоцена (со второй половины пребореала, от 10700 кал. л.н.) до начала позднего голоцена (первая половина субатлантики, до 2000 кал. л.н.).

Для сопоставления климатических осцилляций голоцена с развитием растительного покрова в северо-западной части Калининградской области на построенную с высоким разрешением спорово-пыльцевую диаграмму болота Мохового были наложены линии, примерно соответствующие по времени глобальным коротким холодным событиям голоцена (циклам Бонда). Поскольку длительность этих событий оценивается в 150-300 лет [1, 4], ширина линий, наложенных на диаграмму, соответствует указанному временному интервалу и принята нами в 200 лет. Кроме того, с диаграммой были сопоставлены кривая суммарного солнечного излучения в голоцене [3] и кривая содержания изотопа кислорода ^{18}O в гренландском ледяном керне (NGRIP).

Обсуждение результатов

Спорово-пыльцевая диаграмма болота Мохового охватывает период, на который приходится шесть из девяти датированных событий Бонда: это события 2–7 с максимумами 2800, 4200, 5900, 8100, 9400, 10300 кал.л.н. [2, 4].

На диаграмме интервалы данных коротких климатических событий, как правило, совпадают с минимумами или максимумами кривых пыльцы отдельных таксонов либо общей концентрации пыльцы, маркируя определённые изменения среды: как правило, возникновение более прохладных условий или увеличение сухости климата. Наиболее вероятным откликом растительности на короткое холодное событие можно считать событие 7 (10300 кал.л.н.), интервал которого совпадает с пиками пыльцевых кривых нескольких криофильных таксонов (*Juniperus*, *Betula nana*, Cyperaceae, *Saxifraga*, *Selaginella*).

Довольно сложный случай представляет собой период 3600–2200 кал.л.н., где по палинологическим данным нами выделены чередования нескольких коротких (продолжительностью около 200 лет) более сухих и более влажных эпох. Судя по нашим данным, глобальное климатическое событие 2 (2800 кал.л.н.) наложилось на происходившие межвековые колебания влажности, не вызвав в целом изменений растительного покрова. Однако, учитывая резкий скачок концентрации спор и пыльцы некоторых болотных растений, данная глобальная температурная осцилляция, по-видимому, усиливала региональные межвековые колебания влажности климата на болотных экосистемах, растительность которых, очевидно, более чувствительна к климатическим колебаниям.

Выводы

На основании имеющихся данных можно утверждать, что большинство коротких глобальных климатических событий голоцена (циклов Бонда) отдельно не приводило к существенным перестройкам растительного покрова в

северо-западной части Калининградской области (район Нижнелеманской дельтовой низменности), но в сочетании с другими климатическими факторами они, по-видимому, способствовали развитию изменений природной обстановки на данной территории.

Благодарности

Полевые работы выполнены в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0128-2021-0012), пробоподготовка, палинологический анализ, датирование отложений, интерпретация и обобщение данных при поддержке гранта РФФИ 18-77-10016.

Литература

- [1] *Björck S., Rundgren M., Ingolfsson O. and Funder S.* The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses // *J. Quaternary Sci.*, 1997. 12. P. 455–465.
- [2] *Bond G., Showers W., Cheseby M., Lotti R., Almasi P., Demenocal P., Priore P., Cullen H., Hajdas I., Bonani G.* A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and Glacial climates // *Science*, 1997. 278. P. 1257–1266.
- [3] *Vieira L.E.A., Solanki S.K., Krivova N.A., Usoskin I.* Evolution of the solar irradiance during the Holocene // *Astronomy & Astrophysics*. 2011. V. 531. № A6. P. 1–20.
- [4] *Wanner H., Bütikofer J.* Holocene Bond Cycles: real or imaginary? // *Geografie-Sbornik CGS*, 2008. 113, 4. P. 338–350.

S u m m a r y. An attempt to correlate the Holocene climatic oscillations with the development of vegetation cover was undertaken for the northwestern part of the Kaliningrad Region. The lines synchronized with the global Holocene cold events (Bond Cycles) were superimposed on a high-resolution pollen diagram of Mokhovoye Bog in the eastern part of Neman Delta Lowland. The curve of total solar irradiance during the Holocene and the Greenland ¹⁸O curve from the NGRIP ice core were also correlated with the pollen diagram.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Т.В. Напреенко-Дорохова^{1,2}, М.Г. Напреенко¹, И.А. Соснина^{1,2},
О.А. Дружинина^{1,3}, Ф.В. Сапожников¹

¹*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, taxnapr@gmail.com*

²*Балтийский федеральный университет им. И. Канта, tnapdor@gmail.com*

³*РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, olga.alex.druzhinina@gmail.com*

PRELIMINARY STUDIES OF MID- TO LATE HOLOCENE DEPOSITS IN THE CURONIAN LAGOON (SOUTHEASTERN BALTIC SEA, RUSSIA)

T.V. Napreenko-Dorokhova^{1,2}, M.G. Napreenko¹, I.A. Sosnina^{1,2}, O.A. Druzhinina^{1,3},
P.V. Sapozhnikov¹

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad*

³*Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg*

Аннотация. Проведены палеогеографические исследования в юго-западной части Куршского залива Балтийского моря, у корня Куршской косы. Представлены результаты комплексной обработки образцов донных отложений, включающие анализ магнитной восприимчивости осадков, анализ потери массы вещества при прокаливании, палинологический анализ, диатомовый анализ, радиоуглеродное датирование, фитоолитный анализ.

Ключевые слова: палеогеография, голоцен, донные отложения, Куршский залив, юго-восточная часть Балтийского моря.

Введение

Вопрос о месте и характере сочленения Куршской косы с северным побережьем Самбийского полуострова давно привлекал внимание исследователей [1, 2, 3, 4]. Существуют различные точки зрения в вопросе формирования и развития корневой части косы. Получить новые данные об изменениях природных условий этого района, возможно при помощи комплексных палеогеографических исследований донных отложений Куршского залива в прибрежной зоне прикорневой части Куршской косы.

Регион исследований, объекты и методы

Исследования проводились в юго-западной части Куршского залива, у корня Куршской косы в сентябре 2018 г. и в январе-феврале 2021 г. Отбор донных отложений в сентябре 2018 г. осуществлялся с двухкорпусной мотолодки (катамарана) «З 60–34 ЖЕ» при помощи гравитационной трубы с внутренним диаметром 72 мм с использованием мягкого вкладыша. В ходе полевых работ была отобрана колонка ЗР-1 (54° 57' 55,6" с.ш., 20° 32' 50,00" в.д.) мощностью 90 см. Кроме того, в январе-феврале 2021 г. в этой же точке со льда осуществлён пробоотбор донных отложений ЗР-2 мощностью 400 см торфяным геологическим буром, модели ТБГ-66 с полуцилиндрической пробоотборочной камерой длиной 100 см, диаметром 75 мм.

Для исследования отложений керна ЗР-1 применён комплекс методов:

- анализ магнитной восприимчивости;
- анализ потери массы вещества при прокаливании;

- палинологический анализ;
- диатомовый анализ;
- фитолитный анализ;
- радиоуглеродное датирование двух образцов донных отложений методом ускорительной масс-спектрометрии. Калибровка данных выполнена с применением программы CALIB, версия 8.20 с использованием калибровочной кривой IntCal20 [5, 6].

Результаты и обсуждение

Донные отложения в колонке ЗР-1 представлены двумя разными типами осадков: нижняя часть (89,5-50 см) – сложена чередующимися торфяными и торфосапропелевыми отложениями, вышележащие отложения (50-25 см) представлены тёмно-оливковым илом, в котором имеется прослой с вкраплениями раковин моллюсков в интервале 38-40 см. Отложения верхних горизонтов (0-25 см) не были отображены.

Возраст исследуемых отложений, согласно построенной возрастной модели, соответствует 6900-2800 кал.л.н.

По результатам анализа потери массы вещества при прокаливании выделено 2 зоны: с содержанием ОВ>20% (6900-5700 кал.л.н.) и с содержанием ОВ<20% (5700-2800 кал.л.н.), что хорошо согласуется с литологическим строением колонки ЗР-1. Таким образом, во второй половине атлантического периода водоём отличался более высокой биопродуктивностью, органогенное осадконакопление преобладало над минерагенным. Снижение концентрации ОВ говорит об изменениях, происходивших в процессах седиментации водоёма и формировании отложений в условиях низкой биопродуктивности. В суббореале увеличивается доля минерагенного осадконакопления.

По результатам анализа магнитной восприимчивости осадка заметна обратная тенденция: во второй половине атлантического периода (7000-5700 кал.л.н.) наблюдаются более низкие значения, что свидетельствует о низкой концентрации магнитных минералов и отсутствии привноса терригенного материала, это подтверждается литологическим составом отложений (торфосапропель и торф). Начиная с 6100 кал.л.н. значения магнитной восприимчивости постепенно возрастают вследствие смены режима седиментогенеза (затопление территории) и привноса терригенного материала с водосбора лагуны. Около 4250 кал.л.н. отмечается максимальное значение магнитной восприимчивости. Выше по разрезу значения постепенно снижаются за счёт усиления биогенного осадконакопления и отсутствия поступления терригенного материала. В целом, отложения юго-западной части Куршского залива можно охарактеризовать как слабомагнитные.

На основании палинологического анализа выявлены основные направления развития растительного покрова в среднем и позднем голоцене в корневой части косы:

- 7000-5700 кал.л.н. – господство разреженных дубрав (*Quercetum mixtum*) с одновременным развитием лесо-болотных сообществ влажных черноольшаников на прибрежных участках.

- 5700-4000 кал.л.н. – перестройка дубрав в елово-широколиственные леса с грабом. Одновременно продолжалось развитие черноольшаников, которые в целом оставались распространёнными и вместе с елово-широколиственными лесами составляли основу растительности косы первой половины суббореала.

- 4000-2900 кал.л.н. – сокращение широколиственных лесов, развитие вторичных смешанных и хвойных древостоев. Распространение черноольшаников сохраняется на прежнем уровне.

По результатам диатомового анализа выделено 4 диатомовые зоны:

- в среднем голоцене (6900-6600 кал.л.н.) здесь предположительно существовал мелководный прибрежный участок лагуны с густыми зарослями макрофитов;

- в период 6600-6250 кал.л.н. произошло обмеление акватории;

- этап 6250-4300 кал.л.н. характеризовался подъёмом уровня вод;

- в период 4300-2800 кал.л.н. происходит повышение трофического статуса данной части залива при относительной стабильности гидрологических условий.

Фитолитный анализ донных отложений Куршского залива позволил уточнить генезис осадков и предоставил дополнительные данные об изменениях уровня воды в водоёме и особенностях прибрежных биоценозов. Так, например, состав биогенной фракции осадка указывает на возможность существования аэральных условий в исследуемом районе в интервалах 6900-6850 кал.л.н. и 4550-4300 кал.л.н. Согласно фитолитному анализу, лугово-лесные сообщества (с участием хвойных пород) были преобладающим типом растительности на прибрежной территории.

Выводы

Результаты комплексного анализа донных отложений в юго-западной акватории Куршского залива у прикорневой части Куршской косы позволили охарактеризовать исследованный участок как лагунную береговую зону, подверженную периодическим подтоплениям и обмелениям в среднем голоцене и характеризующуюся постоянной гидрологической обстановкой в позднем голоцене.

Благодарности

Полевые работы выполнены в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0128-2021-0012), пробоподготовка и анализ потери массы вещества при прокаливании частично за счёт средств Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта (проект 5-100), диатомовый, палинологический, фитолитный анализы, датирование осадка из горизонта 52–54 см, интерпретация и обобщение данных при поддержке гранта РФФ 18-77-

10016, датирование осадка из горизонта 87–89,5 см за счёт средств гранта РФФИ №18-05-80087.

Литература

- [1] *Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А.* Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории её развития. // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 4. – С. 594-604.
- [2] *Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьёва Г.Д.* Строение корневой части Куршской косы // *Вестник МГУ. Серия географическая*. 2010. № 5. С. 53-59.
- [3] *Гуделис В.К.* Геологические и физико-географические условия залива Куршю Марес и территории, окаймляющей залив Куршю Марес. – Вильнюс: Изд-во АН ЛитССР. 1959. – С. 7–41.
- [4] *Кабайлене М.В.* Развитие косы Куршю-Марес, дельты Немана и прибрежных болот // *Труды Института геологии*. Вильнюс, 1967. Вып. 5. С. 181-207.
- [5] *Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP) // *Radiocarbon*. 2020. V. 62. № 4. P. 725-757. doi:10.1017/rdc.2020.41.
- [6] *Stuiver M., Reimer P.J., and Reimer R.W.*, 2021, CALIB 8.2 [WWW program] at <http://calib.org>, accessed 2021-2-27.

S u m m a r y. The paper presents the results of the palaeogeographic studies in the southwestern part of the Curonian Lagoon (Baltic Sea). The study including magnetic susceptibility, LOI, palynological, diatom, phytolith analyses and radiocarbon dating aimed at the palaeoenvironmental reconstructions for the mid- and late Holocene.

ВОЗМОЖНОСТИ ГИС-РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИНЕВСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ГОЛОЦЕНЕ

Р.В. Паранин, Ал.А. Григорьев

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, paranin.roman@icloud.com

POSSIBILITIES OF GIS RECONSTRUCTION OF HYDROLOGICAL CONDITIONS OF THE PRINEVSKAYA LOWLAND IN THE HOLOCENE

R.V. Paranim, Al.A. Grigoriev

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. С развитием Гис-технологий появились новые возможности для исследования изменений гидрологической обстановки в Приневской низине в голоцене, в том числе определения времени прорыва вод Ладоги в Балтику. Намечена программа исследований с использованием не только природных, но и антропогенных данных.

Ключевые слова: Приневская низина, река Нева, Гис-технологии, голоцен, моделирование, гидрологические условия.

Введение

Моделирование эволюции и динамики гидрологических условий Приневской низменности имеет большое теоретическое и практическое значение. Низменность находится на территории бассейна реки Нева, по которой осуществляется сток воды из крупнейшего в Европе Ладожского озера. С мезолита до настоящего времени водные ресурсы этой территории востребованы населением как источник питьевой воды, биоресурсов, водная транспортная магистраль, расположенная на крупнейшем перекрестке трансконтинентальных путей, связывающих Запад и Восток, Север и Юг Евразии – столичность географического положения раскрыта в работах В.И. Паранина [9, 10]).

С развитием г. Санкт-Петербурга связан ряд экологических и геоэкологических проблем, для решения которых необходимы также надежные модели рельефа и водного баланса территории, на основе которых можно совершенствовать количественные оценки и тренды процессов заболачивания, подтопления, затопления, риски наводнений и превышений концентрации загрязняющих веществ в воде и донных осадках.

Реконструкции гидрологических условий Приневской низменности на протяжении голоцена представляют интерес для уточнения эволюции природно-климатических обстановок Северо-Запада Русской равнины, одним из ключевых вопросов такой реконструкции является история формирования реки Невы.

Целью статьи является обсуждение вопроса о возможности применения ГИС-методов для исследования изменений гидрологической обстановки на основе фактических данных, полученных к настоящему времени в географии и археологии (геопозиция и датировка объектов природы и материальной культуры).

Материалы и методы

Для создания серии карт, характеризующих основные этапы эволюции гидрологических условий территории, используется программа QGIS, которая позволяет работать с картой послойно и анализирует пространственное сочетание информации, представленной на разных слоях. А также группировать маркирующие объекты по их датировкам и качественным характеристикам. Основой послужили листы топографической карты Ленинградской области в масштабе 1:50000. Методы создания баз данных заимствованы у авторов [4, 6]. Источником информация о территории, природных объектах и археологических находках являются научные публикации публикациях, в том числе [1-3, 5, 7].

Результаты и обсуждение

Дискуссия о происхождении Невы и истории Ладожского озера продолжается более 100 лет. Разными авторами время прорыва вод в Балтику оценивается в промежутке времени между 3 тыс. до н.э. до 7 в. н.э. [1, 5, 7]. Причем большинство исследователей полагает, что ее образование все-таки произошло до новой эры в голоцене. И только отдельные авторы относят этот срок к позднеледниковью [2, 3].

Проблема образования реки Невы – одна из ключевых в географии Северо-Запада России. Ведь она связывает в единое целое три больших озера – Ладожское, Онежское и Ильмень. А также множество рек, самая большая из которых – река Волхов. Большой бассейн стока речных и озерных вод, контролируемых рекой Невой, характеризуется не только специфическими гидрографическими, но и геоморфологическими особенностями.

Вместе с тем, Приневская низина, также как и бассейн р. Невы и его ближайшее окружение, как показывают археологические исследования, с давних пор был освоен человеком. Практически в период почти всего голоцена. На берегу современной Невы в приустьевой части, впадающей в нее р. Охты поселения людей прослеживаются уже около 5 тыс. л.н. Из сказанного видно, что Нева после своего образования играла большую роль и в хозяйственном (экономическом) развитии региона.

При все при том следует заметить, что само название реки, происшедшее, по-видимому, от индоевропейского языка (на санскрите новый - *nava* [8]), а затем продублированное и немного измененное на шведском и финском языках, может означать, что аборигены присутствовали при ее образовании. – Возникновении Новой реки – Невы.

С другой стороны, это же имя (Нево) долгое время имело Ладожское озеро, что не согласуется с представлениями о молодости (новизне) объектов и позволяет рассматривать их связь с корнем *navis* «судно, корабль» (лат. *nāvigātiō* «мореплавание», *navigare* «плыть на судне», англ. *navy* «флот»). Это же значение сохраняют современные топонимы: Ладожское озеро, Лодейное поле [11].

Современные технические возможности системных исследований территории. В последние десятилетия появились новые данные, которые

авторами интерпретируются по-разному. Одновременно, разработаны новые программные средства для обработки массивов данных, которые можно использовать. Для разносторонних исследований Приневской низменности в ходе работы планируется создать 3D-модель территории.

Для реконструкции этапов развития гидрологической обстановки создается палеогеографическая база данных (БД). Образцом послужила палеолимнологическая БД «PALEOLADOGA» [4, 6], предназначенная для анализа информации об истории развития Ладожского озера в послеледниковое время (Д.А. Субетто с соавторами). Необходимыми элементами БД является следующая информация: 1) название объекта; 2) географические координаты объекта (широта и долгота); 3) высота над уровнем моря (в метрах); 4) характеристика отложений Приневской низины и их мощность; 5) возраст отложений, определенный одним из методов; 6) высотные уровни нижней и верхней поверхностей болот; 7) возраст болотных отложений; 8) археологические стоянки на разных высотных уровнях.

Для графического представления, обработки и анализа информации по объектам исследования и создания картографических моделей база данных интегрируется в геоинформационные системы (ГИС). Моделирование местности позволит соединить данные природного и антропогенного характера (высотного положения основных поверхностей, состава отложений, болотных массивов в разных стадиях развития, и, наконец, археологические сведения. Включая возрастные характеристики всех указанных объектов.

Теоретические и практические проблемы построения моделей и их интерпретации. По мнению авторов, БД Приневской низины, по мере ее дополнения, может стать основой для региональных палеогеографических реконструкций, включая: 1. моделирование развития Приневской низины в голоцене и разработка цифровой модели рельефа региона на разных этапах его существования с последующим проведением расчетов уровней поверхности в различные исторические периоды с помощью ГИС-методов; 2. уточнения и получения новых данных о доисторических поселениях в контексте изменения природной среды; 3. установление времени образования р. Невы на основе совмещенного использования палеогеографических данных как природного, так и антропогенного характера (археологических данных).

Выводы

С развитием ГИС-технологий появились новые возможности для исследования изменений гидрологической обстановки в Приневской низине в голоцене, в том числе определения времени прорыва вод Ладоги в Балтику. Моделирование геосистемы Приневской низины, изменения геобстановки включает не только природную, но и антропогенную составляющую (археологические данные). Намечена программа исследований рассматривается авторами как составная часть работы по изучению Севера Евразии.

Благодарности

Авторы благодарят зав. каф. физической географии и природопользования Д.А. Субетто за предложенную направленность работы и Т.А. Андрееву за методическое руководство и предоставленный картографический материал.

Литература

- [1] *Александровский А.Л., Арсланов Х.А., Давыдова Н.Н., и др.* Новые данные относительно трансгрессии Ладожского озера, образования реки Невы и земледельческого освоения северо-запада России // Доклады РАН. 2009. Т. 424. № 5. С. 682-687.
- [2] *Верзилин Н.Н., Калмыкова Н.А., Окнова Н.С.* Проявление истории р. Невы в гранулометрическом составе позднеледниковых-голоценовых отложений // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология. География. 2012. Вып.1. С. 64-72.
- [3] *Верзилин Н.Н., Клейменова Г.И.* К проблеме оценки изменений уровня вод Ладожского озера в поздне- и послеледниковье // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2006. Вып. 4. С. 55-70.
- [4] *Кошелева Е.А., Кошелев С.А., Субетто Д.А.* База палеогеографических данных «LGT-HOLOCENE FENNOSCANDIA». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620220, 06.02.2015.
- [5] *Кулькова М. А., Сапелко Т. В., Лудикова А. В., Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А., Нестеров Е.М., Гусенцова Т.М., Сорокин П.Е.* Палеогеография и археология стоянок неолита-раннего металла в устье реки Охты (Санкт-Петербург) // Известия РГО. 2010. Т. 142. Вып. 6. С. 13-31.
- [6] *Минина М.В., Субетто Д.А., Кошелева Е.А., Кузнецов Д.Д.* Формирование базы данных «PALEOLADOGA» для палеолимнологических исследований Географический вестник, 2018 № 2(45) С. 18-28.
- [7] *Никонов А.А.* Рождение Невы бурное и потаенное // Общество. Среда. Развитие. Вып. 1 (101). 2009. С. 212-229.
- [8] *Новый санскритско-русский словарь: более 81300 слов / сост. С.В. Ефимовский.* - Москва: Торус Пресс, 2012. - 1168 с.
- [9] *Паранин В.И.* Историческая география летописной Руси. (предисловие Л.Н. Гумилева). Петрозаводск. 1990. – 151 с.
- [10] *Паранин В.И.* История варваров. СПб.: Русское географическое общество.1999. - 283 с.
- [11] *Паранина Г.Н.* Свет в лабиринте: время пространство, информация. СПб.: Астерион, 2010. – 123 с.

S u m m a r y. With the development of Gis technologies, new opportunities have emerged for studying changes in the hydrological situation in the Prinevskaya lowland in the Holocene, including determining the time of the break of the Ladoga waters into the Baltic. A program of research using not only natural, but also anthropogenic data is planned.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕРА СРЕДНЯЯ ТРЕТЬ (ВОСТОЧНЫЙ БЕРЕГ ГОРЛА БЕЛОГО МОРЯ)

Т.Ю. Репкина^{1,2}, А.Л.Гуринов^{3,4}, Ю.А. Кублицкий², П.А. Леонтьев², Е.А.
Вахрамеева⁵, Г.Н. Лосюк⁵, Н.Н. Луговой^{1,4}

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва, *t-repkina@yandex.ru*

² РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, *uriy_87@mail.ru*, *barograph@yandex.ru*

³ РУДН, аграрно-технологический институт, г. Москва, *gurinov.artem@gmail.com*

⁴ Институт географии РАН, г. Москва

⁵ ФГБУН ФИЦКИА РАН, г. Архангельск, *vakhr-elena@yandex.ru*

PRELIMINARY RESULTS OF PALEOLIMNOLOGICAL AND GPR STUDIES OF LAKE SREDNYAYA TRET (EASTERN COAST OF GORLO STRAIT)

T. Yu. Repkina^{1,2}, A. L. Gurinov^{3,4}, Yu. A. Kublitskiy², P. A. Leontev², E.A.
Vakhrameeva⁵, G. N. Losyuk, N.N. Lugovoy^{1,4}

¹ Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University, Moscow

² Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

³ RUDN, Agrarian and Technological Institute, Moscow

⁴ Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow

⁵ N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research, Arkhangelsk

Аннотация. По данным георадиолокационных и палеолимнологических исследований озера Средняя Треть (66.014009° с.ш., 41.086294° в.д.; урез - 7.3 м н.у.м.) уточнено строение послеледниковых отложений восточного побережья Горла Белого моря. Предварительные результаты исследования позволяют предположить, что котловина озера в голоцене не заполнялась морскими водами; это определяет максимальную высоту распространения морской трансгрессии среднего-позднего голоцена.

Ключевые слова: морские берега, голоцен, GPR, палеолимнологические исследования, литостратиграфическое описание, гранулометрический анализ, Горло Белого моря.

Введение

Пролив Горло – ключевой район для понимания динамики уровня Белого моря в послеледниковое время. В последние годы на юго-восточном побережье пролива установлен возраст древних береговых линий, определены основные черты хода относительного уровня моря (ОУМ) в голоцене, в том числе - его продолжительная (~7.3 - ~3.1 тыс. кал.л.н.) стабилизация на отметках выше современных [8, 11, 12]. Распространение голоценовых морских отложений прослежено по данным диатомового анализа до 4 м н.у.м. [11], а береговых валов и кос – до 5-7 м [8]. Исследования котловины озера Средняя Треть были направлены на уточнение верхней границы распространения голоценовых морских осадков и, тем самым, – максимальной высоты трансгрессии среднего-позднего голоцена.

Регион исследований, объекты и методы

Озеро Средняя Треть (66.014009° с.ш., 41.086294° в.д.; урез - 7.3 м н.у.м.; диаметр ~1км) расположено на восточном берегу Горла Белого моря, между м. Инцы и устьем р. Ручьи (рис. 1).

На открытом берегу, в 7 км к ЮЗ от озера, широкая морская терраса с отметками от 2.5 до 7 м н.у.м., состоит из нескольких генераций перевеянных кос и береговых валов сформировавшаяся в среднем-позднем голоцене [8]. На георадарных профилях здесь выделяются 2 толщи слоистых прибрежно-морских песков суммарной мощностью не менее 7 м, залегающих с разрывом [7]. Верхняя толща состоит из прислоненных друг к другу пачек, соответствующих береговым валам на поверхности террасы. Нижняя толща, также с разрывом, залегает на более глинистых слоистых песках с включениями обломочного материала [7], вероятно, – на ледниково-морских осадках позднеледниковой трансгрессии [2]. Котловина озера Средняя Треть с трех сторон, в том числе со стороны современного берега моря, ограничена сглаженными моренными постройками и озами с отметками 10-32 м н.у.м. Длинная (~2 км) и узкая (до 0.1 км) протока, в настоящее время маркированная озёрами, соединяла котловину с эстуарием р. Ручьи в 10 км выше современного устья. Мы предполагаем, что во время морской трансгрессии среднего-позднего голоцена [8] котловина озера могла затапливаться морскими водами. При этом изменения волнового климата в проливе Горло, в т.ч. штормовые нагоны, не могли повлиять на положение индикаторов ОУМ в осадках замкнутой и удаленной от открытого берега котловины. Поэтому котловину оз. Средняя Треть можно считать объектом, который позволит с наиболее высокой достоверностью подтвердить или опровергнуть факт подъема уровня до высот ~7 м [8].

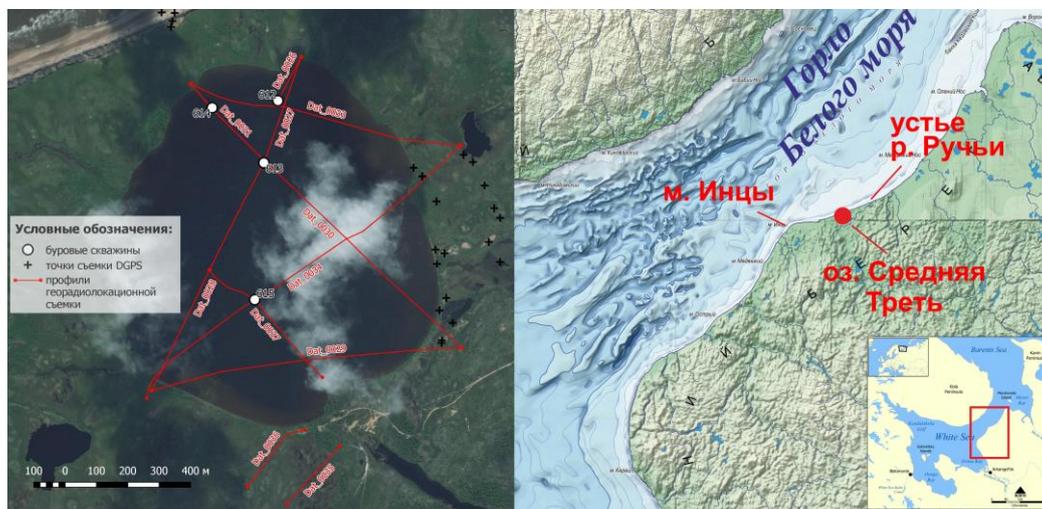


Рис. 1. Положение участка исследований и фактический материал. Основа: слева – спутниковое изображения Bing, справа – батиметрическая карта Белого моря [6].

Полевые исследования включали геоморфологическое профилирование и DGPS съемку (июль 2019 г. [8]), а также георадиолокационные исследования и бурение донных отложений озёр (март 2020 г. [7]). Бурение донных отложений озера выполнено с помощью русского торфяного бура в 4 точках (рис. 1) и сопровождалось литостратиграфическим описанием отложений и отбором кернов на диатомовый и гранулометрический анализы, определение содержания органического вещества (ОВ), массовой доли органического

углерода и азота и радиоуглеродное датирование. Георадиолокационные исследования проведены при помощи георадара Zond-12e и антенны с частотой 300 МГц (средняя глубинность – до 10 м, разрешающая способность – первые десятки сантиметров).

Обработка первичных радарограмм проведена в ПО Prism 2.5 и RadExplorer 1.42. В ходе обработки применялись алгоритмы амплитудной коррекции, смещения ноля времени (фиксация времени первого вступления), редакция трасс и полосовая фильтрация, ввод данных о превышениях по профилю (рельеф). Интерпретация радарограмм проводилась на основе анализа волновой картины согласно стандартной методике [10] с учетом данных бурения и визуальных наблюдений мощности льда и снежного покрова, что позволяло соотносить волновую картину радарограммы с реальным разрезом. По результатам обработки и интерпретации первичных радарограмм были созданы т.н. глубинно-скоростные модели (например, рис. 2-4), в которых учитывается различия в скоростях прохождения электромагнитных волн (диэлектрическая проницаемость (ϵ)) для различных сред. Значения скорости вычислены экспериментальным образом (по годографам отраженных волн) и/или получены из литературных источников.

К моменту написания статьи выполнен гранулометрический анализ и определение содержания органического вещества для 36 образцов из основания разреза скважины ST3 (т. 614 на рис. 1). Гранулометрический анализ выполнен пипеточным методом по методике [5]. Расчет содержания фракций проведен на абсолютно сухую навеску образца по классификации Н. А. Качинского [4]. Относительная погрешность измерения для всех фракций составляет от 19 до 29%. Содержание ОВ оценено по показателю ППП (потери при прокаливании).

Результаты и их обсуждение

На радарограммах уверенно идентифицируются поверхность дна и неровное «коренное» ложе котловины. Глубина озера - 0.5-1.8 м. По морфологии и косвенным признакам волновой картины ложе котловины имеет ледниковое или водно-ледниковое происхождение. В пределах широкой (до 250 м) гряды ЗСЗ-ВЮВ простирания, разделяющей озеро на две неравные по площади части, оно (ложе) поднимается к поверхности дна. В понижениях ложа залегают слоистые, не очень однородные (судя по волновой картине) отложения мощностью более 4 м (рис. 2-4).

Разрез донных отложений озера полностью вскрыт скважиной ST2 (т. 613 на рис. 1, глубина воды 183 см, забой - 640 см). В основании разреза залегают красновато-коричневые, слабо опесчаненные плотные ледниковые суглинки и глины. Они перекрыты тонкослоистыми суглинками от углистого до сизо-серого цвета, опесчаненными, а в кровле - оторфованными (мощность 20 см), затем торфянистыми отложениями (94 см), гитгией (284 см) и илами (49 см). В наиболее глубокой части котловины торфянистый горизонт, также как гиттия и илы, имеет площадное распространение (рис. 2-4).

На бортах котловины (скв. ST1, т. 612, глубина воды 145 см; скв. ST3, т. 614, глубина воды 152 см) и на моренной гряде (скв. ST4, т. 615, глубина воды

120 см) мощность озёрных осадков резко сокращается. В их составе появляются прослой плотных палево-серых песков с растительными остатками (мощность 1-28 см), что фиксируется на радарограммах в изменении волновой картины. Сизо-серые суглинки, перекрывающие ледниковые отложения, сменяются такими же по цвету песчано-алевритовыми осадками.

Аналитические исследования керна скважины ST3 (252-352см) показали, что нижняя часть разреза озёрных отложений включает 2 горизонта. 1) переслаивание плотных песчаных-алевритов и алевро-песков с незначительной (~2-11%) долей частиц пелитовой размерности и весьма изменчивым (~2-24%) валовым содержанием ОВ (252-300 см) и 2) оторфованную гиттию (содержание ОВ - 50-97%). Залегающие под ними сизо-серые песчаные алевриты содержат ~44% частиц размером 0.10-0.05 мм, т.е. крупных алевритов по классификации Н.А. Качинского [4] или тонкозернистых песков по [ГОСТ]. Валовое содержание ОВ - 1.8%. Такой состав характерен для водно-ледниковых осадков [9].

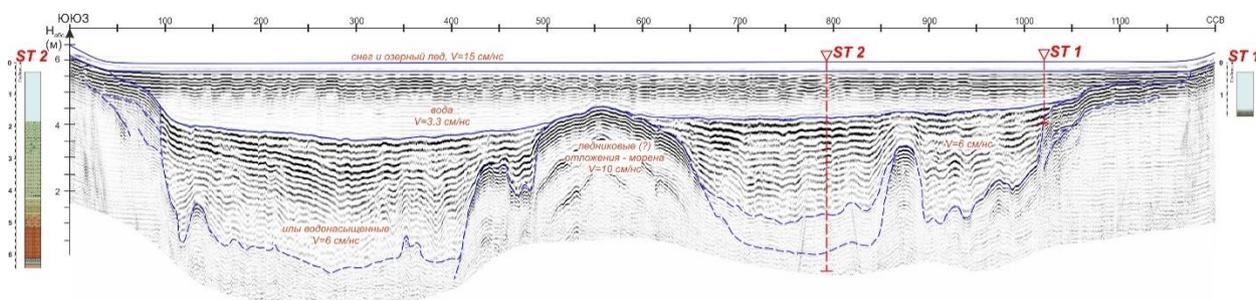


Рис. 2. Результат обработки и интерпретации радарограммы по профилю 0027_28 и буровые скважины ST1 (т. 612) и ST2 (т. 613).

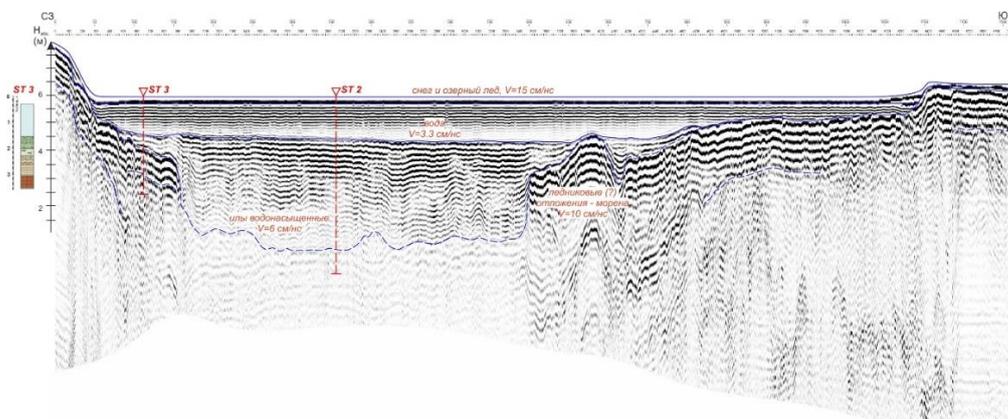


Рис. 3. Результат обработки и интерпретации радарограммы по профилю 0030_0031 и буровые скважины ST2 (т. 613) и ST3 (т. 614).

Таким образом, строение разреза может свидетельствовать о довольно быстром обмелении и/или осушении бедного наносами водоема, существовавшего в котловине озера после дегляциации, а затем - накоплении осадков в озёрных условиях. Песчаные алевриты и алевро-пески с растительными остатками в средней части пачки озёрных осадков, формировались, вероятно, при значительном влиянии эоловых процессов,

чрезвычайно активных на восточных берегах Горла [3]. Подводная гряда перекрыта, по-видимому, перлювиальными отложениями.

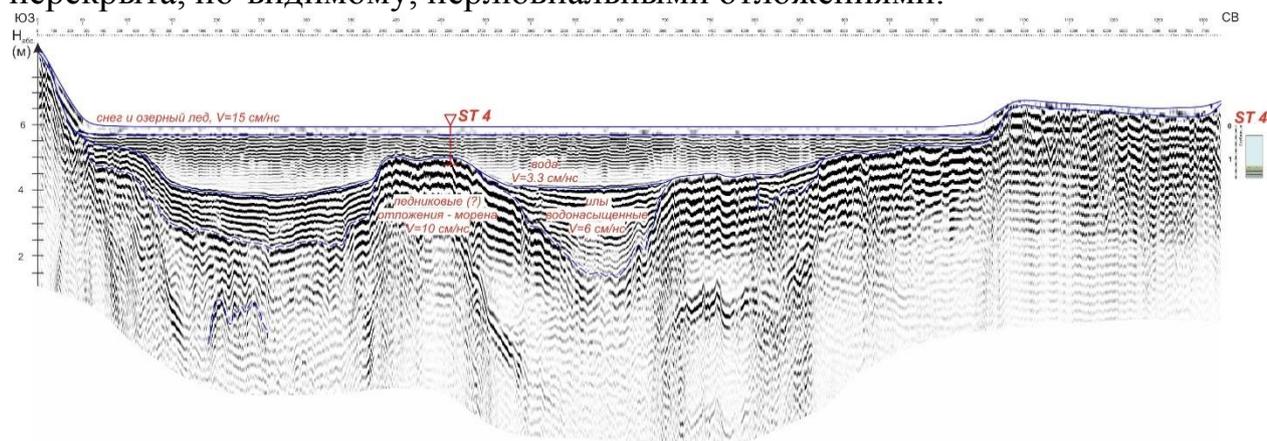


Рис. 4. Результат обработки и интерпретации радарограммы по профилю 0034 и буровая скважина ST4 (т. 615).

Выводы

Строение разреза донных отложений озера Средняя Треть по предварительным данным не подтверждает предполагавшееся повышение ОУМ до отметок 6-7 м н.у.м. Высота береговых валов, развитых на этих отметках на открытых берегах пролива Горло, увеличена, вероятно, в результате штормовых заплесков и эоловой аккумуляции.

Благодарности

Полевые работы выполнены при поддержке проекта РФФИ 19-05-00966 в рамках тем ГЗ «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования» (геоморфологические исследования, съемка БПЛА, DGPS), ГЗ № 0148-2019-0005 (георадиолокационные исследования) и ГЗ при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016) (палеолимнологические исследования).

Литература

- [1] ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. 2015. 35 с.
- [2] Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Листы Q-37-XXII, XXIII, XXIV. Объяснительная записка / Т.Н. Зоренко, Л.А. Ершов. (Ред. Ю.Г. Старицкий). СПб.: ВСЕГЕИ, 1993. 56 с.
- [3] Гуринов А.Л., Луговой Н.Н., Репкина Т.Ю. Антропогенная активизация эолового морфолитогенеза на Зимнем берегу Белого моря (по данным георадиолокационной, DGPS и БПЛА съемок) // VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. М.: Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020. С. 476-481.
- [4] Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород. Л.: Недра, 1986. 240 с.

- [5] МИ № 88-16365-010-2017 «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами» Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.
- [6] Никифоров С.Л., Кошель С.М., Фроль В.В. Цифровая модель рельефа дна Белого моря // Вестник Мос. ун-та. Серия 5: География. 2012. № 3. С. 86-92.
- [7] Репкина Т.Ю., Гуринов А.Л., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Луговой Н.Н., Дудоркин Е.С., Перетрухина А.О. Новые данные о строении рельефа и послеледниковых отложений побережий пролива Горло и Онежского полуострова (Белое море) // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 7. 2020. С. 158-163. doi:10.24411/2687-1092-2020-10724.
- [8] Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Шилова О.С., Луговой Н.Н., Садков С.А. Юго-восточный берег Горла Белого моря в голоцене: рельеф, отложения, динамика // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 6, 2019. Санкт-Петербург: ААНИИ. С. 146-153. DOI: 10.24411/2687-1092-2019-10621.
- [9] Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1961. 778 с.
- [10] Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие. М.: Издательство МГУ, 2008. 192 с.
- [11] Шилова О. С., Зарецкая Н. Е., Репкина Т. Ю. Голоценовые отложения Юго-Восточного побережья Горла Белого моря: новые данные диатомового и радиоуглеродного анализов // Доклады Академии наук. 2019. Т. 488, № 6, с. 661-666.
- [12] Zaretskaya N.E., Rybalko A.E., Repkina T. Y., Shilova O.S., Krilov A.V. Late pleistocene in the southeastern white sea and adjacent areas (arkhangelsk region, russia): stratigraphy and palaeoenvironments // Quaternary International. 2020. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.10.057

S u m m a r y. Based on the results of ground-penetrating radar and paleolimnological studies of Lake Srednaya Tret' (66.014009° N, 41.086294° E; shoreline height - 7.3 m a.s.l.), the structure of postglacial deposits of the Gorlo strait, White Sea was clarified. Preliminary research results suggest that the lake basin was not filled with sea waters during the Holocene. This determines the upper level of marine transgressions (Middle and Late Holocene) – not higher than 6-7m.

МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ «РОЗОВОГО ГОРИЗОНТА» ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИН ПРИЛЕДНИКОВОГО ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

В.Д. Страховенко¹, Н.А. Белкина², М.С. Потахин², Д.А. Субетто³, Е.А. Овдина¹

¹*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия, strahova@igm.nsc.ru*

²*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия, bel110863@mail.ru*

³*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия, subetto@mail.ru*

MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF THE «PINK HORIZON» OF VARVE CLAYS OF THE ONEGO ICE LAKE

V. Strakhovenko¹, N. Belkina³, D. Subetto⁴, M. Potakhin³, Ek. Ovdina¹

¹*V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (RAS), Novosibirsk, Russia*

²*Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

³*Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia*

Аннотация. Изучение «розового горизонта» ленточных глин, который стратиграфически выдержан во всех разрезах Онежского приледникового озера, показало существенное изменения его водосбора. Установлено, что данная пачка ленточных глин отличается от других составом слоистых силикатов и присутствием значительных количеств псевдоморфоз гетита по хлоритам. Индикаторные соотношения элементов указывают на то, их формирование происходило при более теплых и турбулентных условиях воды.

Ключевые слова: ленточные глины, минералогия, геохимия, Онежское приледниковое озеро.

Введение

В рамках исследования по проекту РНФ 18-17-00176 выполнена корреляция кернов донных отложений оз. Полевского и Керацкого, котловины которых в позднеледниковье заливалось водами Онежского приледникового озера (ОПО), представленных позднеледниковыми ленточными глинами, между собой, с данными финских коллег [6], полученных ранее для центральной части Онежского озера. Установлено, что интервал времени накопления ледниково-озерных отложений – ленточных глин составлял 1150-1300 лет в интервал времени 14500 -13000 лет назад [5]. Установлено, что красновато-коричневый горизонт в ленточных глинах («розовый горизонт») является стратиграфически выдержанным во всех нами изученных разрезах ленточных глин ОПО и может служить стратиграфическим репером для корреляции и хронологии [5]. Цель работы на базе геохимических и минералогических исследований и выявленных характеристик красновато-коричневого горизонта в ленточных глинах («розовый горизонт») оценить особенности генезиса данного горизонта.

Объекты и методы

Объект исследования - 'розовый горизонт' ленточных глин ОПО. Отбор колонки донных отложений осуществлялся с применением штангового торфяного бура в зимнее время со льда (мощность керна 13 метров). Особенность осадконакопления в ОПО - цикличность, выражавшаяся в

поступлении более грубообломочного материала в весенне-летний период (песчано-пылеватый), и более тонкого (алевро-пелитового) в осенне-зимний период. Формируются ленточные глины, состоящих из пары слоев – варв (рисунок 1а-в). На основе литостратиграфических данных, мощности ленточных варв, их цветовой гаммы выделены 6 пачек ленточных глин, которые отражают изменения в условиях осадконакопления во времени и генерализовано они отражают постепенное отступление ледника и удаление источника сноса обломочного материала [5].

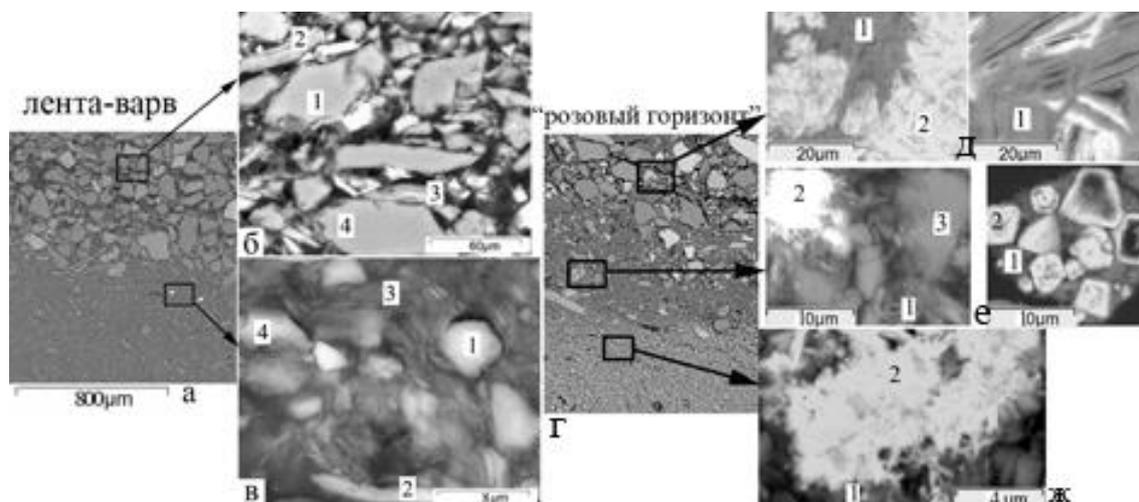


Рис. 1. Фото СЭМ:

(а) - строения слоя ленточных глин; (б) летний песчано-пылеватый 1 – Кварц, 2 – мусковит, 3 – олигоклаз, 4 – хлорит; (в) зимний алевро-пелитовый 1 – Кварц, 2 – мусковит, 3 – олигоклаз, 4 – хлорит; (г) - строения слоя «розового горизонта»: (д) летний песчано-пылеватый 1 – хлорит, 2 - гетит; (е) – переходный 1 – хлорит, 2 – гетит, 3 – олигоклаз; (ж) зимний алевро-пелитовый 1 – хлорит, 2 - гетит.

Нижняя толща отложений представлена ленточными глинами с толстыми лентами (мощность слоя лент 4-50мм), где чередуются грубозернистые слои (состоящие из песка и грубозернистого алеврита) и тонкозернистые (преимущественно алеврито-глинистые). Далее ленты глин представлены: светло-серо-коричневые тонкие глины с мощностью ленты (2-8мм), выше по разрезу светло-серые с более толстыми лентами (2-18 мм). Следующий интервал красновато-коричневых лент – ‘розовый горизонт’ – представлен в ленточных глинах толщиной 26 см. Нижний контакт ‘розового горизонта’ резкий во всех изученных последовательностях [2, 5]. В составе лент розового горизонта появляется переходный слой между летним и зимним слоями (рисунок 1г-ж). При этом мощность слоя зимнего времени резко уменьшается, мощность переходного слоя примерно такая же как зимнего, и они суммарно равняются по мощности летнему слою (1-7 мм). В конце интервала происходит внезапное уменьшение толщины лент и постепенное изменение цвета от красновато-коричневого на светло-серый. В следующей пачке ленты светло-серые тонкие с мощностью (0,2–1,5 мм). Заключительный интервал начинается с увеличением мощности лент (1-8 мм), и состоит из летних слоев, которые содержат темно-бурые песчано-илистые отложения и зимних, сложенных темно-серыми массивными глинами.

Современные геохимических и минералогические аналитические исследования, выполнены на базе ЦКП МИИ СО РАН, г. Новосибирск: рентген-флуоресцентный анализ (РФА), атомно-абсорбционный анализ (АА), ICP MS. Минеральный состав установлен методами рентгеновской дифрактометрии (XRD) и инфракрасной (ИК) спектроскопии. Изучение текстурно–структурных особенностей осадка, морфологических особенностей минералов, химического состава на уровне отдельных зерен, сростков выполнено с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) MIRA 3 TESCAN, снабженного энергетическим спектрометром «OXFORD».

Обсуждение результатов

Сравнение геохимического и минерального составов материала зимней и летней части лент 6 выделенных пачек ленточных глин донных отложений ОПО показало, что их составы практически полностью идентичны, с небольшими отличиями по акцессорным минералам и добавлению к основным минералам доломита в трех нижних пачках, а также шунгита в самой нижней. Минеральный состав ленточных глин представлен: кварцем, полевыми шпатами (олигоклазом, кпш, альбитом, санидином), роговой обманкой и набором слоистых алюмосиликатов (рис. 1). По результатам проведенного моделирования рентгеновских дифракционных профилей установлена ассоциация слоистых силикатов (табл. 1).

Таблица 1. Кристаллохимические и структурные характеристики слоистых силикатов ленточных глин ОПО и их геохимический состав

№ обр.	лент.гл.1-7мм	Розовый горизонт	лент.гл.2-18мм
Слоистые силикаты			
Иллит-сметтит, %	2	8	2
Иллит, %	21	19	16
Мусковит, %	31	20	26
Хлорит-сметтит, %	20	24	21
Хлорит, %	4	5	5
Каолинит, %	4	4	4
Биотит, %	23	20	26
Геохимический состав (%)			
SiO ₂	60.1	53.4	59.2
Al ₂ O ₃	15.9	17.3	14.6
TiO ₂	0.58	0.86	0.57
Fe ₂ O ₃	2.8	5	3.3
FeO	3.4	3.4	2.9
MnO	0.08	0.1	0.09
MgO	3.9	4.6	4.3
CaO	2.2	2.2	3.1
Na ₂ O	2.9	2.4	2.8
K ₂ O	3.3	3.7	3.1
P ₂ O ₅	0.14	0.14	0.13
H ₂ O	0.5	1.3	0.6
Rb (мг/кг)	67	128	81

Дифракционные линии слюды 001 не моделируются одним компонентом, что указывает на присутствие в образцах сразу трех ее разновидностей. Хорошо окристаллизованными мусковитом и биотитом. Высокодисперсная диоктаэдрическая слюдистая фаза, которая формирует широкое основание дифракционных линий слюды в экспериментальных спектрах (иллит). Согласно рекомендациям Номенклатурного комитета [1], мы используем термин «иллит» как групповое название всех высокодисперсных слюдистых минералов, в которых количество разбухающих смектитовых межслоев не превышает 15%. Подобный результат получен для хлорита и хлорит-смектита.

Согласно аналитическим данным (РФА, ICP MS, AA) геохимический валовый состав разных пачек ленточных глин достаточно однообразен (Таблица 1), за исключением отличающихся средневзвешенных значений содержаний по CaO (более высоких за счет примеси доломита в нижних пачках) и по ряду элементов для «розового горизонта»: более высоких значений Fe^{3+} , Al, Ti, Rb, Li, Be, Th, Cr, V, Co, Cs,. Наиболее значительные отличия демонстрируют уровни содержания легких РЗЭ (рисунок 2). Нормированные по усредненным пробам алевропесчаников Русской платформы (RPSC) [3] значения РЗЭ в 6 выделенных горизонтах ленточных глин ОПО отличаются между собой и от состава RPSC, за исключением нижнего горизонта с шунгитом. Спектры РЗЭ для «розового горизонта» имеют максимум в области легких РЗЭ и Gd, отчетливую отрицательную аномалию церия (Eu/Eu $-0,79$) и показатель $(La/Yb)_n$ около 2.

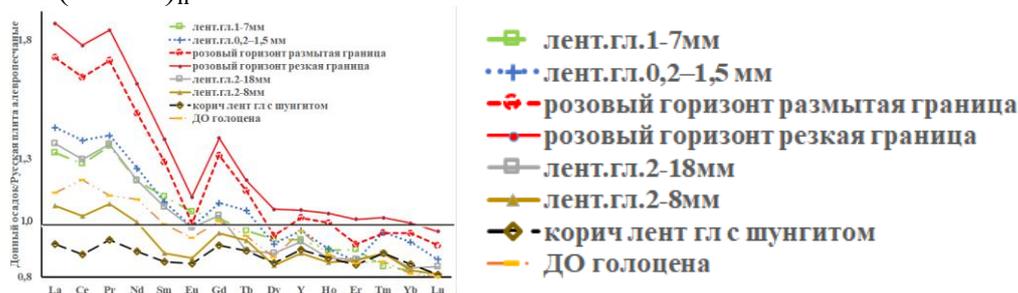


Рис. 2. Нормированные по усредненным пробам алевропесчаников RPSC спектры РЗЭ 6 выделенных горизонтов ленточных глин ОПО.

Сравнение данных по изученным горизонтам ленточных глин показало, что «розовый горизонт» и нижний горизонт с шунгитом наиболее сильно отличаются от других как по геохимическому составу, так и по набору основных слоистых минералов. При формировании нижнего горизонта ленточных глин с шунгитом преобладает смешивание обломочного материала, поступившего с юго-восточной питающей провинции (Русская плита) и из северо-западной части водосборной площади (шунгитовые породы). Тренд распределения РЗЭ в горизонтах ленточных глин ОПО меняется в сторону увеличения продуктов выветривания массивов кристаллических пород Фенноскандинавского щита.

В статье И.Н. Демидов [2] предложена модель формирования «розового горизонта» - резкое обогащение кислородом придонных вод ОПО, что вызвало окисление осадков в приповерхностном слое. Исследованиями с использованием СЭМ установлено, что крупные выделения хлорита

«розового горизонта» в значительной степени замещаны гетитом (рисунок 1 д-ж). В составе слоистых силикатов меньше мусковита и биотита, и значительно больше иллит-сметита и хлорит-сметита. Резкое увеличение содержаний Ti, Rb, Cs, K, TR, при уменьшении количества слюд может быть связано только с увеличением кпш, и акцессорных минералов (гематита, ильменита, рутила, монацита, торита, циркона) более кислых и/или щелочных пород. В источнике сноса обломочной фракции осадка начинает значительно преобладать материал, образованный за счет разрушения кристаллических пород щита. На примере, озера Байкал М.И. Кузмин с коллегами [4] показал, что появления смектитовых слоев в иллите и хлорите четко коррелирует с теплыми периодами межледниковья. В слоистых минералах «розового горизонта» большее количество Fe^{3+} , компенсируется замещением Si^{4+} на Al^{3+} . Большие количество воды скорее всего связано с присутствием значительного количества гетита. Это указывает на значительно большую роль химического выветривания, т.е. тоже более теплый климат. В «розовом горизонте» ленточных глин изменения минерального состава происходит в составе слоистых силикатов, наиболее зависимых от изменений физико-химических параметров. Характеристические соотношения элементов указывают на то, что в этот период происходит существенное изменения водосбор ОПО и ленточные глины «розового горизонта» формируются при более теплых и турбулентных условиях воды с повышенным содержанием кислорода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50014.

Литература

- [1] Глинистые минералы: слюды, хлориты / В.А. Дриц, А.Г. Коссовская. – М.: Наука, 1991. – 176 с.
- [2] Демидов И.Н. О выделении маркирующего горизонта в донных отложениях онежского приледникового озера // Доклады Академии Наук. 2006. т.407. №2. С. 217-220.
- [3] Распространенность редкоземельных элементов в главных литологических типах пород осадочного чехла Русской платформы / Мигдисов А.А., Балашов Ю.А., Шарков И.В. // Геохимия. 1994. № 6. С. 789-803.
- [4] Химический состав осадков глубоководных Байкальских скважин как основа реконструкции изменений климата и окружающей среды / Кузьмин М.И., Бычинский В.А. и др. // Геология и геофизика. 2014. т.55. №1. С. 3-22.
- [5] A local clay-varve chronology of Onego Ice Lake, NW Russia / Hang T., Gurbich V., Subetto D. et al // Quaternary International. 2019. 524. pp. 13-23.
- [6] Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian ice sheet from east of Lake Onega basin to the Salpausselka end moraines // Global and Planetary Change. Vol. 31, 2001. P. 387-405.

S u m m a r y. The study of the "pink horizon" of varve clays, which is stratigraphically preserved in all sections of the Onego Ice Lake, showed significant changes in its catchment area. It is established that this bundle of varve clays differs from others in the composition of layered silicates and the presence of significant amounts of pseudomorphs of goethite by chlorites. The indicator ratios of the elements indicate that their formation occurred under warmer and more turbulent water conditions.

РАЗВИТИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ГЕОЭКОЛОГИИ В СВЯЗИ С КОМПЛЕКСНЫМ РАЙОНИРОВАНИЕМ ЛЕДНИКОВОЙ ОБЛАСТИ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Н.Г. Судакова, С.И. Антонов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, ng.sudakova@mail.ru

DEVELOPMENT OF THE PALEOGEOGRAPHIC DIRECTION IN GEOECOLOGY IN CONNECTION WITH THE COMPLEX AREA OF THE GLACIER REGION OF THE RUSSIAN PLAIN

N.G. Sudakova, S.I. Antonov

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow

Аннотация. Рассмотрены особенности формирования геосистем Русской равнины, неоднородной в геолого-геоморфологическом и палеогеографическом отношении. Под контролем палеогеографической экспертизы в целях региональной оценки состояния устойчивости морфолитогенной основы ландшафтов проведено комплексное эколого-палеогеографическое районирование территории. На составленной карте выделены палеогеографические зоны, геологические провинции (9), и 20 областей с комплексной характеристикой строения и состава морфолитосистем и интегральной порайонной оценкой геоэкологической устойчивости в баллах. Палеогеографический анализ формирования геосистем имеет важное значение для рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: Палеогеография, геоэкология, комплексное районирование, закономерности морфолитогенеза, устойчивость геосистем.

Введение

Развитие перспективного палеогеографического направления в геоэкологии [3, 5, 7, 9] особенно востребовано в исследованиях древнеледниковой области Русской равнины со сложной палеогеографической историей, испытавшей неоднократные оледенения. Морфолитогенная основа ландшафтов формировалась под воздействием влиянием зональных и азональных факторов морфолитогенеза – палеогеографических, геологических, геоморфологических, фациально-генетических, определяющих состояние устойчивости геосистем с помощью целевого комплексного эколого-палеогеографического районирования.

Объект и методы исследования

В основу обобщения положены результаты многолетних комплексных исследований Русской равнины [1, 2, 4]. Изучение многофакторного объекта исследования геоэкологической устойчивости морфолитогенной основы ландшафта требует системного палеогеографического подхода и комплексного изучения с использованием геоморфологических, литологических, биостратиграфических и геохронологических методов [6, 2].

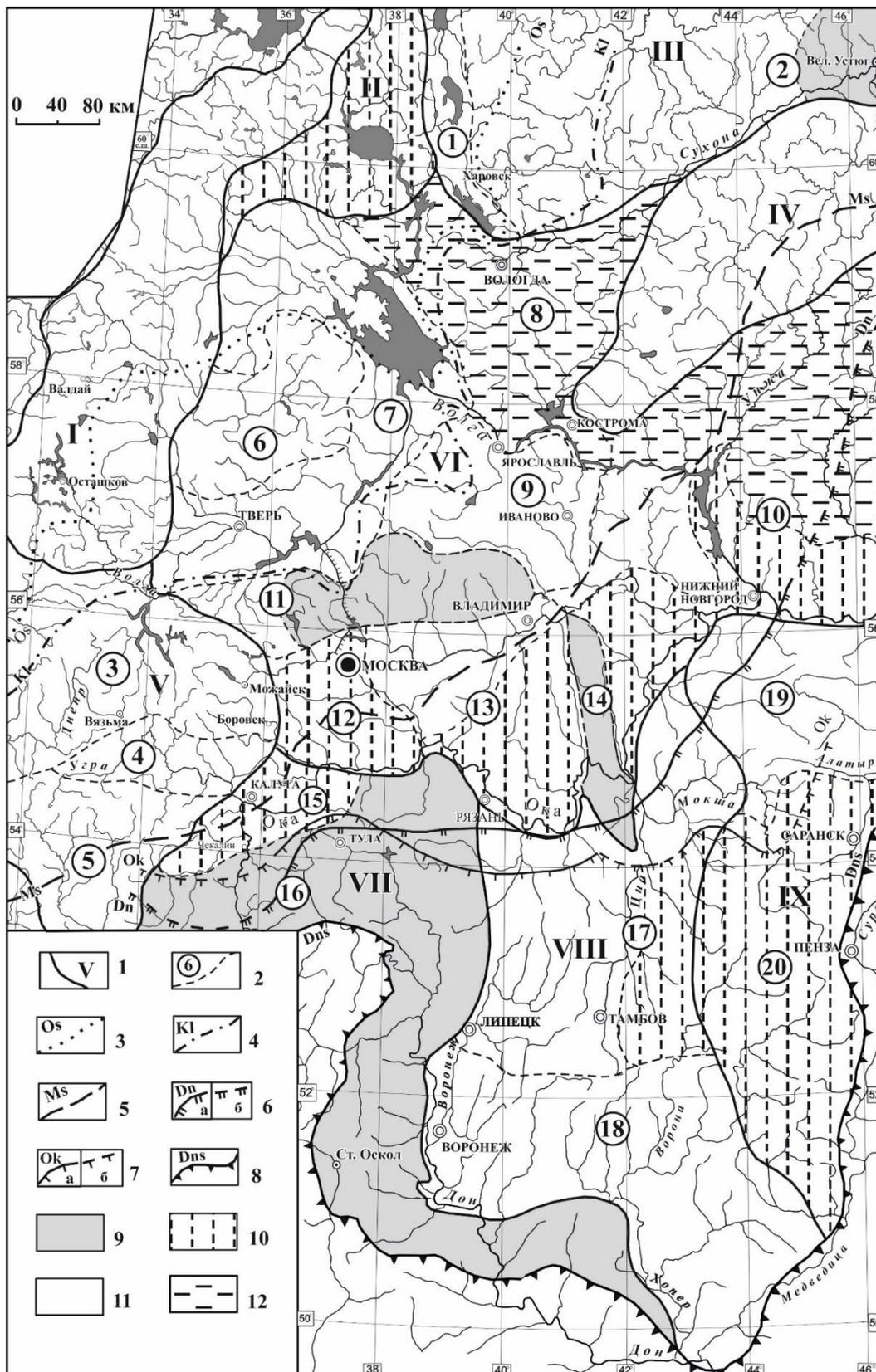


Рис. 1. Эколого-палеогеографическое районирование центральной части ледниковой области Русской равнины.

Условные обозначения: Границы и номера: 1 – провинций; 2 – областей. Границы оледенений (а) достоверные, б) предполагаемая): 3 – ошашковского, 4 – калининского, 5 – московского, 6 – днепровского; 7 – окского; 8 – донского. Состояние устойчивости морфолитосистем: 9 – неустойчивое (1 балл), 10 – слабо устойчивое (1-2 балла), 11 – средне

устойчивое (2 балла), 12 – относительно устойчивое (3 балла). Цифрами обозначены провинции: I – Валдайско-Вепсовская ледниковая возвышенность; II – Белозерская моренно-зандровая равнина; III – Онего-Сухоно-Двинское ледниковое плато (с областями: 1 – Воже-Кубенской, 2 – Харовско-Верхневлагской). IV – Ледниково-эрозионное плато Северные Увалы. V – Вяземская ледниково-эрозионная возвышенность (области: 3 – Вяземско-Уваровская; 4 – Угринская, 5 – Спас-Деменская). VI – Окско-Верхневолжская ледниковая равнина (области: 6 – Бежецкая; 7 – Верхневолжская; 8 – Вологодско-Даниловская; 9 – Борисоглебско-Ивановская 10 – Унжинско-Клязьминская 11 – Клинско-Дмитровская, 12 – Москворецкая, 13 – Мещерская 14 – Цнинско-Клязьминская). VII – Среднерусская эрозионно-денудационная возвышенность (области: 15 – Калужско-Чекалинская, 16 – Тульско-Оскольская). VIII – Окско-Донская равнина (области: 17 – Тамбовская; 18 – Воронежско-Новохоперская). IX – Приволжская эрозионно-денудационная возвышенность (области: 19 – Арзамасская; 20 – Чембарская).

В качестве конструктивного методического решения этой геоэкологической проблемы предлагается проведение эколого-палеогеографического районирования с выделением палеогеографических зон, геологических провинций и областей с интегральной оценкой устойчивости геосистем в баллах для каждого территориального подразделения.

Обсуждение результатов

Дальнейшее развитие получило перспективное палеогеографическое направление в геоэкологии на базе комплексного эколого-палеогеографического районирования Русской равнины по специально разработанной методике [2]. На составленной карте (рис. 1) в основу выделения единиц районирования положены следующие критерии: для палеогеографических зон – территории разновозрастных оледенений; для провинций – геолого-тектоническая обусловленность; для областей – геоморфологическое строение, тип разреза, направленность и интенсивность экзогенных процессов с последующей комплексной оценкой состояния устойчивости геосистем.

К главным факторам нестабильности морфолитогенеза относятся: контрастность палеорельефа, неглубокое залегание карстующихся пород, оползневые и просадочные процессы, а также малая и неравномерная мощность четвертичного покрова, его фациальная изменчивость и литологическая неоднородность. Наиболее деструктивные из них – густота и глубина эрозионного расчленения. Устойчивость морфолитосистем ослаблена в полосе конечно-моренных образований, где наблюдается значительная площадная изменчивость строения и состава четвертичных отложений, наличие отторженцев и гляциодислокаций. Снижает геоэкологическую устойчивость морфолитогенной основы широкое распространение на юге территории легко размываемых и просадочных лессовых пород.

Анализ составленной карты с бальной оценкой устойчивости территориальных подразделений [8] позволяет выделить территории с наибольшей устойчивостью природного комплекса в пределах Верхневолжской аллювиально-озерной равнины и в областях распространения московского оледенения с мощной ледниковой аккумуляцией. Максимально низкая устойчивость наблюдается в центральной части Клинско-Дмитровской

возвышенности, что предопределено глубоким эрозионным расчленением и неравномерной мощностью четвертичного покрова при его фациально-генетической изменчивости, а также наличием глубоких погребенных долин с оползневыми склонами.

Выводы

В плане развития палеогеографического направления в геоэкологии представлена карта (рис. 1) содержит информацию о закономерностях формирования морфолитогенной основы ландшафта. Благодаря районированию территории Русской равнины проявляются общие закономерности плейстоценового морфолитогеозиса. Подтверждается проявление общей закономерности формирования геосистем: палеогеографическая зональность, геологическая провинциальность и тенденции эволюционных преобразований.

Реализация эколого-палеогеографического районирования открывает реальную возможность для получения порайонной адресной оценки устойчивости геосистем [8]. Комплексное эколого-палеогеографическое районирование, проведенное под контролем палеогеографической экспертизы, имеет важное научно-методическое и практическое значение для получения адресной оценки устойчивости геосистем в баллах и прогноза их развития в экстремальных техногенных обстановках. Использование преимуществ комплексного районирования актуально для охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке сотрудников Лаборатории Новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в ходе работ по теме НИР: АААА-А16-116032810080-2, подтема 1.3.2., а также госзадания: АААА-А16-11632810089-5.

Литература

- [1] Палеогеографические закономерности развития морфолитосистем Русской равнины. Районирование. Стратиграфия. Геоэкология / Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Глушанкова Н.И., Карпухин С.С., Костомаха В.А., Макарова Н.В., Немцова Г.М., Рычагов Г.И., Фаустов С.С. – М.: МГУ Географический факультет. 2013. – 95 с.
- [2] Реконструкция палеогеографических событий среднего неоплейстоцена Центра Русской равнин / Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Гунова В.С., Карпухин С.С., Рычагов Г.И., Фаустов С.С. – М.: МГУ, Географический факультет. 2008. – 166 с.
- [3] Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М. // Новое палеогеографическое направление в геоэкологии / Новые и традиционные идеи в геоморфологии. «V Щукинские чтения» – М.: МГУ, Географический факультет. 2005. – С. 522-524.

- [4] *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М.* Палеогеографическая экспертиза устойчивости геосистем – новое направление в исследовании геоэкологии (на примере Русской равнины) // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Вып. 2.– М.: Географический ф-т МГУ. 2008. – С. 245-252.
- [5] *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М.* Палеогеографический подход к геоэкологическим оценкам территории Русской равнины // Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование. – М.: Географический ф-т МГУ. 2010. – С.155-160.
- [6] *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М.* Литолого-геоморфологический анализ как основа комплексного эколого-палеогеографического районирования Русской равнины // Геоморфология, № 3. 2013, – С. 24-35.
- [7]. *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Введенская А.И., Костомаха В.А., Немцова Г.М.* Палеогеографические основы развития перспективного направления геоэкологии // Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Материалы Всероссийской научной конференции «Марковские чтения». – М.: МГУ. 2015.– С. 522-524.
- [8] *Судакова Н.Г., Антонов С.И., Костомаха В.А.* Оценка геоэкологической устойчивости морфолитогенной основы ландшафтов в связи с охраной окружающей среды // VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – М.: Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. С.116-122.
- [9] *Судакова Н.Г., Антонов С.И.* Развитие палеогеографического направления в геоэкологии в связи с рациональным природопользованием // География: развитие науки и образования. Том II. Материалы ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, – СПб: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. – С. 118-121.

S u m m a r y. The features of the formation of geosystems of the Russian Plain, heterogeneous in geological-geomorphological and paleogeographic terms, are considered. Under the control of paleogeographic expertise for the purpose of regional assessment of the state of stability of the morpholithogenic basis of landscapes, a comprehensive ecological-paleogeographic zoning of the territory was carried out. On the compiled map, paleogeographic zones, provinces (9), and 20 areas with a complex characteristic of the structure and composition of morpholitosystems and an integral regional assessment of geoecological stability in points are highlighted. Paleogeographic examination of the formation of geosystems is of great importance for the rational use of natural resources and environmental protection.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МИКУЛИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ ПО ДАНЫМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА НА Р. БОЛЬШАЯ ДУБЁНКА

А.П. Фоменко, Л.А. Савельева, Ф.Е. Максимов, А.Ю. Петров, В.А. Григорьев,
В.Ю. Кузнецов

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,
fomenko.antonina@gmail.com*

VEGETATION DURING THE MIKULINO INTERGLACIAL ACCORDING TO POLLEN RECORD OF THE BOLSHAYA DUBENKA RIVER SECTION

A.P. Fomenko, L.A. Savelieva, F.E. Maksimov, A.Yu. Petrov, V.A. Grigoriev,
V.Yu. Kuznetsov

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. В работе представлены первые результаты изучения разреза на правом берегу р. Большая Дубёнка. На основе спорово-пыльцевого анализа установлен микулинский возраст (пыльцевые зоны М2-М7) органогенных отложений. Палинологические исследования, выполненные с высоким разрешением, позволили выявить последовательные этапы смены растительности, появление и выпадение из состава флоры основных лесообразующих пород. *Ключевые слова:* Тверская область, р. Большая Дубёнка, спорово-пыльцевой анализ, микулинское межледниковье.

Введение

Накоплен большой массив данных по разрезам микулинских отложений Русской равнины, изученных палеоботаническими методами. Однако степень детальности проведённых исследований не всегда позволяет зафиксировать начальные, конечные и оптимальные фазы развития растительности, а также кратковременные климатические изменения. До сих пор остаётся дискуссионным вопрос об абсолютном возрасте отложений микулинского межледниковья. Поэтому с целью проведения детальных палинологических исследований выбран разрез на р. Большая Дубенка, расположенный в верховьях р. Волга. Этот район интересен тем, что здесь по результатам изучения ряда разрезов, была установлена граница валдайского оледенения [6]. Некоторые из них (разрезы на р. Малая Коша, Сижина, Большая Дубёнка и разрез близ дер. Сковорово) изучались методом спорово-пыльцевого анализа, по результатам которого отложения были отнесены к микулинскому возрасту [1, 4, 5, 7]. Флора последнего межледниковья исследовалась также методом палеокарпологического анализа в разрезах на р. Сижина [5] и в Центрально-Лесном Заповеднике [4].

В 1960-х годах разрез на р. Большая Дубёнка изучался Н. С. Чеботарёвой с соавторами [7]. Палеоботанические исследования осуществлялись с целью уточнения палеогеографии района Верхней Волги. Спорово-пыльцевой анализ (через каждые 20 см) толщи мощностью 220 см, представленной торфом, позволил установить микулинский возраст отложений (пыльцевые зоны М4 - М8 по схеме В.П. Гричука [2]). Залегающие поверх торфа гиттии и ледниковые отложения не были изучены. В 1966 году разрез вновь был исследован Е. Н. Анановой с соавторами [1]. Спорово-пыльцевому анализу подверглась толща

мощностью 500 см, которая уже включала моренные отложения двух ледниковых эпох, торф, гиттии и пески. Разрез проанализирован с интервалом 10-15 см. В результате была выделена пыльцевая зона МЗ, ранее не обнаруженная Н. С. Чеботарёвой с соавторами [7].

Ясная стратиграфическая позиция разреза, его местонахождение в краевой зоне валдайского оледенения, а также относительно мощная толща органогенных отложений, способствовали выбору этого разреза в качестве перспективного для детального изучения методом спорово-пыльцевого анализа и последующего установления абсолютного возраста начального, оптимального и конечного этапов межледниковья.

Объекты и методы

Разрез на правом берегу р. Большая Дубёнка (56°52'30,7" с. ш., 33°11'17,3" в. д.) расположен в Селижаровском районе Тверской области. В сентябре 2020 года при проведении полевых работ коллективом лаборатории «Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана» Института наук о Земле СПбГУ были вскрыты отложения мощностью 126 см, которые включают (снизу вверх): суглинок с гравием, торф, гиттию и супесь, суглинок с гравием, галькой и валунами. На контакте торфа и гиттии (на глубине 96 см) обнаружен ствол дерева, предположительно хвойной породы, диаметром 30 см в горизонтальном положении (образец передан в БИН им. В.Л. Комарова РАН для определения видовой принадлежности). В районе рассматриваемого обнажения в современном растительном покрове преобладают еловые леса с участием берёзы, примесью рябины, крушины, ольхи и осины.

Методом спорово-пыльцевого анализа изучено 28 образцов с интервалом 6 см, на контакте слоёв – 2 см. Химическая обработка проб проведена по стандартной методике с применением тяжёлой жидкости [3]. Для подсчёта концентрации пыльцы в каждую пробу добавлены таблетки со спорами-индикаторами *Lycopodium* [8].

Результаты

По результатам спорово-пыльцевого анализа построена диаграмма, на которой выделено 8 палинозон (снизу вверх), характеризующих несколько этапов в развитии растительности.

Палинозона 1 (126-110,5 см; суглинок с гравием). В спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца древесных пород (70-90%), среди которой доминирует пыльца *Pinus* (27-47%), также отмечено относительно высокое содержание пыльцы *Betula* sect. *Albae* (13-17%). Среди травянистых преобладает пыльца семейств *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*. Споровые растения в основном представлены спорами *Polypodiaceae*. Обнаружено высокое содержание дочетвертичных спор и пыльцы (до 80%). Общая концентрация четвертичной пыльцы составляет 5,2-8,4 тыс. пыльцевых зёрен в одном грамме осадка (п.з./г).

Палинозона 2 (110,5-100 см; переход от суглинка к торфу, торф). Процентное содержание пыльцы древесных пород достигает 91-97%. По-прежнему доминирует

пыльца *Pinus* (до 80%) и *Betula sect. Albae* (до 35%), отмечено участие пыльцы *Picea* (1-4%). Травянистые представлены пыльцой семейств *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, а также родов *Ephedra*, *Artemisia*. Определена пыльца водных растений, таких как *Myriophyllum* и *Menyathes*. Среди споровых продолжает доминировать *Polypodiaceae* (30-70%). В небольших количествах встречаются дочетвертичные споры и пыльца (до 5%). Общая концентрация четвертичной пыльцы колеблется в пределах от 17 до 36 тыс. п.з./г.

Палинозона 3 (100-88 см; торф, гиттия). Содержание древесных и кустарниковых колеблется в пределах от 87 до 93%. В спектрах преобладает пыльца *Betula sect. Albae* (33-48%). Процентное содержание пыльцы *Pinus* значительно снижается до 27%. Встречена пыльца термофильных видов, таких как *Ulmus*, *Quercus robur*, *Corylus*. Зафиксирована пыльца *Viburnum* (2%) и единичные зерна пыльцы *Fraxinus*. Основными типами травянистой пыльцы так же остаются *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Artemisia*. В незначительных количествах представлена пыльца водных: *Sparganium*, *Myriophyllum*, *Typha*, *Nymphaeaceae*. Среди споровых преобладает *Polypodiaceae* (27-30%). Встречены единичные дочетвертичные споры и пыльца (менее 1%). Общая концентрация пыльцы колеблется от 288 до 509 тыс. п.з./г.

Палинозона 4 (88-74 см; гиттия). Процентное содержание пыльцы древесных и кустарниковых пород составляет 94-96%. В спектрах доминирует пыльца *Quercus robur* (34-61%), количество пыльцы *Ulmus* составляет 10-16%. Отмечены термофильные виды растительности, а именно *Alnus*, *Corylus*, *Fraxinus*. Пыльца травянистых в основном представлена *Cyperaceae* и *Poaceae*. Характерно присутствие пыльцы водных растений: *Sparganium*, *Myriophyllum*, *Typha*, *Nuphar*. Споровые представлены *Polypodiaceae* и *Sphagnum*. Общая концентрация пыльцы резко возрастает до 1 млн. п.з./г.

Палинозона 5 (74-48 см; гиттия). Количество пыльцы древесных пород достигает 96-99%. Наибольшие значения приобретает пыльца *Alnus* (32-37%) и *Corylus* (35-49%). Среди пыльцы других термофильных пород отмечены следующие: *Carpinus* (до 19%), *Quercus robur* (5-10%), *Quercus petrae*, *Ulmus*, *Tilia*. Среди трав наибольшее распространение получила пыльца *Cyperaceae* и *Poaceae*. Отмечена пыльца водных видов, таких как *Sparganium*, *Nuphar* и *Nymphaeaceae*. Среди споровых доминируют *Sphagnum* и *Polypodiaceae*. Впервые встречены споры *Osmunda*. Общая концентрация пыльцы возрастает до 3,7 млн. п.з./г.

Палинозона 6 (48-37 см; гиттия). Содержание пыльцы древесных и кустарниковых пород варьирует в пределах от 64 до 96%. Максимальных значений достигает пыльца *Carpinus* (до 34%). Широко представлена пыльца широколиственных: *Tilia*, *Quercus robur*, *Quercus petrae*. Значительное участие принимает пыльца *Picea* (13-15%). Наблюдается увеличение пыльцы *Betula sect. Albae* (до 9%) и *Pinus* (до 31%). Наибольшее распространение среди пыльцы травянистых получили *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Ericaceae*. Среди водных отмечена пыльца *Menyathes* и *Nymphaeaceae*. Доминируют споры *Sphagnum* (2-16%), *Polypodiaceae* (2%). Распространение также получили споры *Lycopodium clavatum* и

Lycopodium complanatum. Присутствуют споры *Osmunda*. Общая концентрация пыльцы несколько снижается и колеблется от 1,5 до 2,8 млн. п.з./г.

Палинозона 7 (37-9 см; супесь, суглинок). Количество пыльцы *Picea* достигает 14%, а *Alnus* - 30%. Среди пыльцы термофильных пород деревьев и кустарников определены: *Corylus* (16-29%), *Carpinus* (1-14%), *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus robur*, *Quercus petrae*. Среди трав преобладает пыльца *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Ericaceae*. Водные растения представлены пыльцой *Myriophyllum*, *Typha*, *Menyanthes*. Среди споровых растений наибольшее распространение получили споры *Sphagnum* (8-19%), *Polypodiaceae* (1-13%), а также *Lycopodium clavatum* и *Lycopodium complanatum*. Отмечены споры *Osmunda*. Общая концентрация пыльцы колеблется от 0,1 до 3 млн. п.з./г.

Палинозона 8 (9-0 см; суглинок с гравием, галькой и валунами). Зона выделена по минимальному содержанию пыльцы в спектрах (менее 50 пыльцевых зёрен). Единичные пыльцевые зёрна представлены следующими типами: *Picea*, *Pinus*, *Betula sect. Albae*, *Betula nana*, *Alnus*, *Quercus robur*.

Обсуждение результатов

Выделенные палинозоны характеризуют развитие растительности в начальный, оптимальный и конечный этапы микулинского межледниковья и хорошо сопоставляются с палинозонами, установленными В.П. Гричуком [2]. Не удалось зафиксировать переход от позднеледниковья к микулинскому периоду (пыльцевую зону М1). Вероятно, для установления этого этапа требуется провести исследование образцов с интервалом 1-2 см. В первую половину микулинского межледниковья (зоны М2, М3) на исследуемой территории господствовали сосновые и берёзовые леса с небольшим участием ели и примесью вяза. Кроме того, в отличие от предыдущих исследований [7] установлено присутствие в лесах ясеня и калины. Для климатического оптимума межледниковой эпохи характерно последовательное развитие дубовых, липовых и грабовых лесов со значительным участием вяза, лещины, ольхи и примесью ели (зоны М4, М5, М6). В заключительный этап распространение получили еловые леса с примесью термофильных видов деревьев и кустарников, таких как граб, лещина, ольха, липа и вяз. Переходный этап от микулинского межледниковья к последней эпохе оледенения (пыльцевую зону М8) выделить не удалось, вероятно, это связано с тем, что в эпоху валдайского ледника отложения, характеризующие этот период развития растительности, были эродированы. Все выделенные типы растительности, с характерными доминантами среди древесных пород и значительным участием широколиственных, отражают климатические условия теплее современных.

Выводы

Обнажение на р. Большая Дубёнка является одним из ключевых разрезов микулинского межледниковья и имеет четкую стратиграфическую позицию, относительно мощную толщу органогенных отложений и является перспективным для дальнейших геохронологических исследований. Повторное проведение спорово-пыльцевого анализа этих отложений позволило выявить более 50 пыльцевых и споровых таксонов. Такие таксоны как *Fraxinus* и

Viburnum определены впервые. По результатам микропалеонтологических исследований установлено несколько этапов в развитии растительности, которые сопоставлены с зонами М2-М8 по В.П. Гричуку [2]. Зона М2, которая отражает развитие сосновых лесов с участием березы, выделена на спорово-пыльцевой диаграмме разреза впервые. В дальнейшем планируется изучить разрез палеокарпологическим методом и установить абсолютный возраст характерных этапов развития растительности в микулинское время с применением уран-ториевого метода датирования.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №20-05-00813 «Уран-ториевый возраст и история развития растительности начальных, оптимальных и конечных фаз микулинского межледникового на Северо-Западе Русской равнины».

Литература

- [1] *Ананова Е.Н., Заррина Е.П., Казарцева Т.И., Краснов И.И.* Новые данные по стратиграфии межледниковых отложений на реках Малая Коша и Большая Дубёнка (верховья Волги) // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, 1973. № 40. С. 22-34.
- [2] *Гричук В.П.* Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений / Под ред. К.К. Маркова // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений Северо-Запада Русской равнины. М., 1961. С. 25-71.
- [3] *Гричук В.П., Заклинская Е.Д.* Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М: ОГИЗ, 1948. 223 с.
- [4] *Зюганова И.С., Новенко Е.Ю.* Палеоботанический анализ разрезов Центрально-Лесного заповедника // Динамика лесных экосистем юга Валдайской возвышенности в позднем плейстоцене и голоцене / ред. Е.Ю. Новенко. М.: ГЕОС, 2011. С. 28–51.
- [5] *Карпущина Н.В., Писарева В.В., Зюганова И.С., и др.* Новые данные по стратиграфии разреза у д. Килешино (Тверская область) – ключ к пониманию границ оледенений на Валдайской возвышенности в верхнем плейстоцене // Известия РАН. Серия географическая, 2020. Т. 84, № 6. С. 874-887.
- [6] *Козлов В.Б.* О положении границы последнего оледенения в бассейне Волги и верховьев Днепра // Краевые образования материковых оледенений. М.: Наука, 1972. С. 297-306.
- [7] *Чеботарёва Н.С., Недошивина М.А., Столярова Т.И.* Московско-валдайские (микулинские) межледниковые отложения в бассейне Верхней Волги и их значение для палеогеографии // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, 1961. № 26. С. 35-49.
- [8] *Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, 1971. P. 615–621.

S u m m a r y. The first results of studying the Bolshaya Dubenka river section are presented in this paper. It was shown the Mikulino age (pollen zones M2-M7) of organogenic sediments. Palynological researching carried out with high resolution allowed us to identify the vegetation phases, appearance and disappearance from the flora of the main forest-forming species.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА *MASTOGLOIA* В ДОННЫХ ОСАДКАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ КАК МАРКЕР ЛИТОРИНОВОЙ ТРАНСГРЕССИИ

А.Е. Шаталова¹, Д.А. Субетто¹

¹РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, shatalova10@gmail.com

DISTRIBUTION OF THE TYPE *MASTOGLOIA* IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE BALTIC SEA AS A MARKER OF LITORINA TRANSGRESSION

A.E. Shatalova¹, D.A. Subetto¹

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg

Аннотация. В изучении природных условий голоцена важную роль играет хронология развития объекта, определение его к какой-либо стадии. Особенно актуально это для установления этапов развития Балтийского моря, поскольку по этому поводу активно ведутся дискуссии. Так, стадия Литоринового моря сменяет стадию Анцилового озера, однако некоторые авторы выделяют промежуточную стадию Мастоглойа. В данной работе были выявлены некоторые закономерности в выделении этой стадии.

Ключевые слова: Балтийское море, Мастоглойа, донные осадки, диатомовые водоросли, соленость.

Введение

На данный момент нет единого мнения о количестве стадий развития Балтийского моря, в основном авторами выделяются 5 этапов: БЛО (Балтийское ледниковое озеро), Иольдиевое море, Анцилово озеро, Литориновое море и Пост-Литориновое море (современное Балтийское море). Помимо пяти основных стадий, некоторыми исследователями выделяется переходная стадия между Анциловым озером и Литориновым морем, именуемая «море Мастоглойа» [6, 11]. Данная стадия названа по роду солоноватоводных диатомовых водорослей *Mastogloia*, характерных для диатомовых комплексов этого периода (рис. 1). В более поздних исследованиях эта стадия именуется «Начальное Литориновое море» [1]. В южной Швеции осадки, содержащие солоноватоводных диатомей, имеют возраст около 8500 кал. л.н. [2, 3]. К этому времени относится начало поступления соленых вод в бассейн Балтийского моря в раннем голоцене, и этот период соответствует стадии Мастоглойа, или «Долиторинового моря» [2, 3].

Обсуждение

В данной работе были проанализированы результаты исследований, которые проводились в различных частях Балтийского моря и его побережья. На российской части побережья Финского залива стадия Мастоглойа не выделяется [12], [14]. Однако присутствие вида *Mastogloia smithii* в отложениях на побережье Эстонии позволило выделить стадию Мастоглойа как отдельную стадию, предшествующую литориновой трансгрессии [13].

Другими авторами стадия как правило, выделяется, а в западной части Балтики, в районе Датских проливов и 2 стадии Мастоглойа возрастом 8600-8000 кал. л.н. [15]. Максимальная соленость составила 24 ‰, в завершении

стадии: 9-10%. Доминирующими таксонами являются *Diploneis smithii*, *D. didyma*, *P. sulcata*., однако виды рода *Mastogloia* отсутствуют.



Рис. 1. *Mastogloia smithii* в донных осадках озера Голубое (Карельский перешеек).

В другом исследовании Мекленбургской бухты [4], стадия Мастоглойя не была выделена, однако на начальном литориновом этапе растет численность *Mastogloia smithii* и *M. elliptica*. Доминирующими таксонами являются *Aulacoseira ambigua*, *A. islandica*, *A. italica*, *Amphora pediculus*, *Fragilaria heidenii*, *F. martyi*, *F. pinnata* и *Mastogloia smithii*. Состав диатомовых комплексов сходен с таковыми, описанными в том же районе Мекленбургской бухты [10], но в данной работе эти отложения были отнесены к стадии Анцилового озера. На территории Южной Финляндии стадия Мастоглойя выделяется с доминирующими таксонами *Mastogloia smithii*, *Nitzschia tryblionella*, *N. scalaris*, *Rhoicosphenia curvata*, *Campylodiscus echeneis*, *Campylodiscus clypeus* и *C. Echeneis* [11]. Автор полагает, что отсутствует четкая стратиграфическая и биологическая граница между отложениями Анцилового озера и морем Мастоглойя. Считается, что первичными по времени маркерами трансгрессии выступают химические, а потом биологические. То есть датировка биологических маркеров будет закономерно отличаться.

Изучение Гданьского бассейна [5] подтверждает существование стадии Мастоглойа, но границу между Анциловым озером и Литориновым морем все-таки считают четкой.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что морские осадки начальной стадии Литоринового моря отличаются редким присутствием среди преобладающих пресноводных водорослей слабо солоноватоводных диатомовых водорослей рода *Mastogloia*, а также *Rhoicosphenia curvata*, *Nitzschia tryblionella*, *Campylodiscus echeneis*, *Amphora pediculus*, *Fragilaria heidenii*, *F. martyi*, *D. smithii*, *D. didyma*, *P. sulcata* в основном в профилях современной литорали [8], в то время как в прибрежных районах такая переходная единица обычно отсутствует [9]. К последним можно отнести побережье Финского залива. По-видимому, близость Датских проливов обеспечивает резкое поступление соленых вод и относительно высокий уровень солености, что позволило в исследованиях Западной Балтики выявить 2 стадии Мастоглойи. На Финском заливе скачки солености нивелируются и в большей степени смешиваются с пресными водами, по этой причине солоноватоводных диатомей стадии Мастоглойа на этой территории не выявляется.

Исследование проводится при поддержке гранта РФФИ-аспиранты № 20-35-90089. Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016).

Литература

- [1] *Andren E., Andren T. & Sohlenius G.* 2000: The Holocene History of the southwestern Baltic Sea as reflected in a sediment core from the Bornholm Basin. *Boreas* 29: 235- 250.
- [2] *Berglund B.E.* 1964: The postglacial shore displacement in eastern Blekinge, southeastern Sweden. *Sveriges Geologiska Undersokning C* 599, 1-47.
- [3] *Berglund B.E.* 1971: Littorina transgressions in Blekinge. south Sweden. A preliminary survey. *Geologiska Foreningen Forhandlingar* 93, 625-652.
- [4] *Bo Jensen J., Bennike O., Witkowski A., Lemke W. and Kuijpers A.* 1999 (December): Early Holocene history of the southwestern Baltic Sea: the Ancylus Lake stage. *Boreas*, Vol. 28, pp. 437-453. Oslo. ISSN 0300- 9483.
- [5] *Emelyanov E.M., Vaikutienė G.* Holocene environmental changes during transition Ancylus–Littorina stages in the Gdansk Basin, south-eastern Baltic Sea. *BALTICA* Volume 26 Number 1 June 2013: 71–82 doi:10.5200/baltica.2013.26.08.
- [6] *Hyvarinen. H., Donner J., Kessel, W. & Raukas, A.* 1988: The Littorina Sea and Limnaea Sea in the northern and central Baltic. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae AIII. Geologica - Geographica* 148: 25-35.
- [7] *Hyvärinen H.* 1981: The Mastogloia stage in the Baltic Sea history: diatom evidence from southern Finland. *Bulletin of the Geological Society Finland* 36, 99-115.

- [8] *Hyvarinen H.* 1984: The Mastogloia stage in the Baltic Sea history: diatom evidence from southern Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 56, 99-115.
- [9] *Ignatius H., Asberg S., Niernisto L. & Winterhalter B.* 1981: Quaternary geology of the Baltic Sea. In Voipio, A. (Ed.): *The Baltic Sea*, 54-104. Elsevier, Amsterdam
- [10] *Kepinska U., Zaborowska K. & Zachowicz J.* 1988: Results from biostratigraphical and geochemical investigations of bottom sediments from the Bay of Mecklenburg. *Peribalticum* 4, 3548.
- [11] *Kessel H. & Pork M.* 1974: On the age of some coastal lakes of the Baltic Sea and the character of the diatom flora in West Estonia. *Hydrobiological Resenrcztes T* 7, 26-51.
- [12] *Miettinen A., Savelieva L., Subetto D.A., Dzhinoridze R., Arslanov and, K. & Hyvaärinen H.* 2007: Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history. *Boreas* 36, 441-458.
- [13] *Saarse L., Heinsalu A., Karlzu J., Yassiljev J., Yeski S.* Baltica Holocene shoreline displacement and palaeogeography of the Kopu Peninsula, Hiiumaa Island, Estonia. 13 (2000) 15-23.
- [14] *Sandgren P., Subetto D. A., Berglund B. E., Davydova N. N. and Savelieva L.A.* 2004 Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia *GFF* 126 363-80.
- [15] *Witkowski A., Broszinski A., Bennike O., Janczak-Kostecka B., Bo Jensen J., Lemke W., Endler R., Kuijpers A.* Darss Sill as a biological border in the fossil record of the Baltic Sea: evidence from diatoms. *Quaternary International* 130 (2005) 97–10 doi:10.1016/j.quaint.2004.04.035.

S u m m a r y. In the study of natural conditions of the Holocene, an important role is played by the chronology of the object's development, its determination to any stage. This is especially relevant for establishing the stages of development of the Baltic Sea, since discussions are actively being held on this issue. Thus, the stage of the Litorina Sea replaces the stage of the Ancylyus Lake, but some authors distinguish an intermediate stage of Mastogloia. In this paper, we have identified some patterns in the allocation of this stage.

ДЕФОРМАЦИИ РЕЛЬЕФА И ОТЛОЖЕНИЙ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АКТИВНОЙ ГЕОДИНАМИКИ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

С.В. Шварев^{1,2}, Д.А. Субетто³, А.А. Никонов², Н.Е. Зарецкая^{1,2,4}

¹ ИГ РАН, Москва, shvarev@igras.ru

² ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва

³ РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

⁴ ГИН РАН, Москва, Россия

DEFORMATIONS OF THE RELIEF AND SEDIMENTS OF THE KARELIAN ISTHMUS UNDER THE INFLUENCE OF ACTIVE GEODYNAMICS IN THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

S.V. Shvarev^{1,2}, D.A. Subetto³, A.A. Nikonov², N.E. Zaretskaya^{1,2,4}

¹ Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

² Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

³ Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

⁴ Geological Institute, RAS, Moscow, Russia

Аннотация. Обнаружены и систематизированы следы сильных землетрясений в позднеплейстоценовых и голоценовых отложениях Карельского перешейка. Деформации выражены текстурами разжижения, разрывными нарушениями, смещениями горизонтов и поверхностей различного генезиса и свидетельствуют о значительном влиянии геодинамики на развитие природы Восточной Фенноскандии в период от межледниковья до позднего голоцена.

Ключевые слова. Карельский перешеек, поздний плейстоцен, голоцен, рыхлые отложения, сейсмогенные деформации.

Введение

Карельский перешеек – территория, расположенная на юго-восточной периферии Фенноскандинавского кристаллического щита между побережьями Финского залива Балтийского моря и Ладожским озером.

Считается, что воздействие последнего оледенения привело к исчезновению с поверхности более древних, нежели поздневалдайские, отложений, которые были денудированы в активную фазу оледенения, а в отдельных случаях перекрыты позднеледниковыми и голоценовыми осадками [2]. Традиционная палеогеографическая модель опирается на взаимодействие трёх факторов: а) поздне- и послеледниковых изменений уровня Мирового океана, б) колебаний уровней местных бассейнов, в) неравномерного изостатического постледникового поднятия, задающего генеральный уклон территории с СЗ на ЮВ. Однако, эта модель должна быть дополнена существенным, а, в некоторых случаях, ключевым фактором активных дифференцированных тектонических движений, влиявших на формирование и последующие трансформации покрова рыхлых отложений и рельефа.

С начала 60-х гг. XX века на территории Фенноскандии и в западной её части [8] и восточной [1] обнаруживаются признаки новейших нарушений в поздне- послеледниковом рельефе и отложениях. К настоящему времени значительное количество постледниковых разломов установлено в западной части Фенноскандии [7, 9, 12], свидетельствующих о сильных землетрясениях в

позднеледниковье и раннем голоцене. Для некоторых из них установлена последовательность сейсмических событий, свидетельствующая о неоднократной активизации в этот период [10]. Есть признаки сейсмической активности, продолжавшейся и в более поздние периоды голоцена [11], а недавно обнаружены и следы сильных землетрясений, предшествовавших последнему оледенению [13]. К настоящему моменту и на территории Восточной Фенноскандии выявлены многочисленные следы позднеледниковых и голоценовых землетрясений [3]. В том числе, на территории Карельского перешейка установлена очаговая зона сильных землетрясений в зоне активизированного Вуоксинского разлома с признаками повторных событий в послеледниковье [5]. Сейсмогенные смещения по этой зоне повлияли на кардинальные трансформации гидрографической сети и перераспределение стока Карельского перешейка в среднем голоцене [4;16]. Обнаружение в этой зоне многочисленных разновозрастных и разнотипных деформаций в рыхлых отложениях дает возможность систематизации и сопоставления с хроностратиграфией позднего плейстоцена и голоцена.

Регион исследований, объекты и методы

Исследуемая территория расположена в центральной части перешейка и включает два ключевых участка. На первом из них естественными обнажениями вскрываются отложения 4-х низких террасовых уровней в долине р Вуокса с абсолютной(над у.м.)/относительной (над урезом Вуоксы) высотой около 8-9/0-1 м, 11-12/3-4 м, 14-15/6-7 м, 23-25/15-17 м. На второй площади в карьерах, расположенных на протягивающейся параллельно долине реки Вуокса озовой гряде и сопряженных с ней террасах, вскрываются песчано-гравийные толщи, приуроченные в основном к высотным уровням 40-45 м и 20-25 м.

Типы деформационных структур, встреченных в песчано-гравийных, валунно-галечных и глинисто-алевритовых отложениях включают складчатые деформации, разрывы с вертикальными и горизонтальными смещениями, текстуры разжижения – кластические (инъекционные) дайки, пламеобразные формы, текстурные ансамбли, включающие сопряженные формы гравитационного опускания (load cast) и восходящего внедрения (water escape), объединяющиеся в протяженные деформационные горизонты мощностью от первых десятков см до первых метров, локальный тектонический наклон аккумулятивных толщ с постседиментационными внутрислойными гравитационными складками. Размеры деформационных текстур колеблются от микроскладок и разрывов с амплитудой в первые см, до складок и текстур разжижения достигающих первых метров.

Применяемые методы объединяют традиционный геолого-геоморфологический анализ, сопряженный с палеосейсмологическим и хроностратиграфическим подходами. Для инструментального определения возраста отложений использованы методы радиоуглеродного анализа и оптически стимулированной люминесценции.

Результаты исследований

Комплекс террас в районе г. Каменногорска (бывший Антреа) в 12 разрезах показывает коррелируемые друг с другом следы 6 сильных сейсмических событий [15]. Три из этих землетрясений относятся к позднему плейстоцену (около 89.0 ± 7.2 т.л.н., 85.2 ± 6.6 т.л.н., 69.0 ± 5.4 т.л.н.) и зафиксированы в двух горизонтах разжижения, кластической дайке и серии сбросовых разрывов с амплитудой до 30 см. Другие три события относятся к голоцену ($11.6-8.3$ т.л.н., < 6.6 т.л.н.; $3.1-2.1$ т.л.н.) и фиксируются в разрывах, смятии и фрагментации ленточных глин, инъекционных дайках, тектоническом наклоне озерно-аллювиальных отложений до 30° с внутрислойным смятием, в следах катастрофического селевого потока.

Сейсмогенные деформации в озовой гряде в пределах второй ключевой площади также фиксируют последовательность их нескольких событий и связь с активизацией разрывной зоны [6]. В карьерных выемках зафиксировано несколько выдержанных деформационных горизонтов и локальные участки интенсивных деформаций, возраст отложений в которых определен в 64 ± 8 т.л.н., 30 ± 4 т.л.н. и 17.3 ± 1.9 т.л.н. Наиболее древний из этих горизонтов по возрасту соответствует одному из событий, зафиксированному в террасах р. Вуокса, а два других события дополняют ряд землетрясений, доведя общее количество до 8. Этими горизонтами не ограничивается последовательность событий, повлиявших на постседиментационную трансформацию отложений, однако на сегодняшний момент их возраст остается неизвестным. Можно констатировать только, что деформации последнего этапа, проявившиеся в отмеченном ранее [14], интенсивном сейсмогенном выдавливании глинистого ядра оза с крупными валунами, произошли уже после 17.3 т.л.н.

Сопоставление выявленных сейсмогенных нарушений с хроно-стратиграфической шкалой (рис. 1) позволяет сделать следующие выводы:

1. Сильные сейсмические события происходили на протяжении последних 100 т.л. с периодичностью от 2-3 до 10-30 т.л.;

2. Намечается связь между сейсмическими событиями и основными климатическими и палеогеографическими событиями: а) приуроченность части событий к стратиграфическим рубежам (3 – граница микулинского межледниковья и подпорожского оледенения; 4 – граница ленинградского мегаинтерстадиала и осташковского оледенения; 5 – деградация осташковского оледенения, отступление края ледника); б) приуроченность событий к катастрофическим перестройкам гидрографической сети и ландшафтов (6 – спуск Балтийского ледникового озера; 7 – прорыв оз. Сайма и формирование р. Вуокса [4;16]; 8 – конец Ладожской трансгрессии, образование р. Невы [4]).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-05-80087)

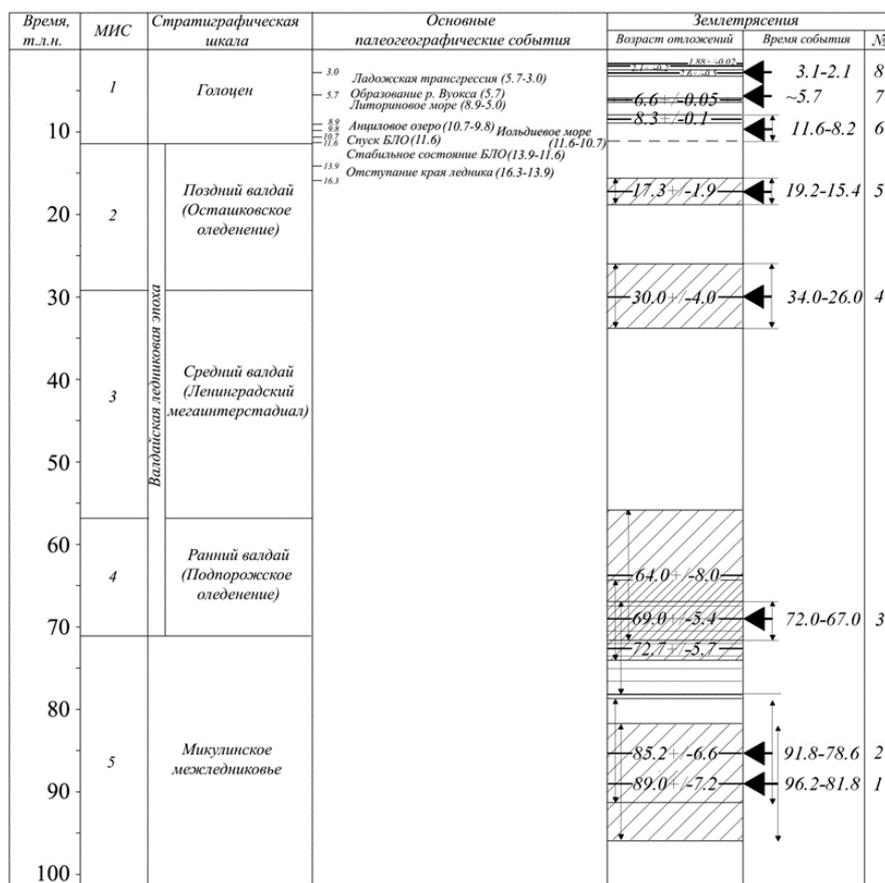


Рис. 1. Хронология сейсмических событий в зоне Вуоксинского разлома (Карельский перешеек).

Штриховкой обозначен тип датированных отложений: наклонная – отложения с деформациями, образовавшимися одновременно с осадконакоплением, горизонтальная – недеформированные отложения, перекрывающие нарушенные слои; вертикальная – отложения, с деформациями, образовавшимися после осадконакопления.

Литература

- [1] Бискэ Г.С., Лак Г.Ц., Лукашов А.Д. Береговые образования Онежского озера и их связь с неотектоникой // Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. Таллин, 1966. С. 178-182.
- [2] Малаховский Д.Б., Марков К.К. (ред.). Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР: Ленинградская, Псковская и Новгородская области: К VIII конгрессу INQUA. Франция. 1969; АН СССР, Комиссия по изучению четвертичного периода. - Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. 226 с.
- [3] Никонов А.А. Новый этап познания сейсмичности Восточно-Европейской платформы и её обрамления // Доклады академии наук, 2013, том 450, №4, С. 465-469.
- [4] Никонов А.А. Воздействие голоценовых пертурбаций Онежско-Ладожской гидрологической системы на древнее население прибрежных пространств // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 3 (20). С. 171-177.
- [5] Никонов А.А., Шварев С.В., Сим Л.А., Родкин М.В., Бискэ Ю.С., Маринин А.В. Скальные палеосейсмодеформации на Карельском перешейке (ключевой

участок «Пещеры Иностранцева», Ленинградская область) // ДАН. 2014. Т. 457. С. 591-596.

[6] *Шварев С. В.* Постледниковые сейсмогенные деформации озовой гряды в северной части Карельского перешейка // *Геоморфология*. 2019. № 3. С.19-35.

[7] *Dehls J.F., Olesen O., Olsen L., Blikra L.H.* Neotectonic faulting in northern Norway; the Stuoragurra and Nordmannvikdalen postglacial faults // *Quaternary Science Reviews* 19 (2000) 1447-1460.

[8] *Kujansuu R.* Nuorista sirroksista Lapissa. Summary: recent faults in Lapland // *Geologi*. 1964. V. 16. P. 30–36.

[9] *Lagerbäck R., Sundh M.* (2008) Early Holocene faulting and paleoseismicity in northern Sweden: Research Paper C 836. Geological Survey of Sweden.

[10] *Mattila J., Ojala A.E.K., Ruskeeniemi T., Palmu L-P., Aaltonen I., Käpyano A., Lindberg A., Sutinen R.* Evidence of multiple slip events on postglacial faults in northern Fennoscandia // *Quaternary Science Reviews*, 2019. 215:242-252

[11] *Mörner N-A.* Active faults and paleoseismicity in Fennoscandia, especially Sweden. Primary structures and secondary effects // *Tectonophysics* 380 (2004)139-157.

[12] *Ojala A.E.K., Mattila J., Ruskeeniemi T., Markovaara-Koivisto M., Palmu J-P., Nordback N., Lindberg A., Sutinen R., Aaltonen I., Savinen J.* Postglacial faults in Finland – a review of PGSdin project results. POSIVA OY, Olkluoto, FI-27160 EURAJOKI, Finland, April 2019. ISBN 978-951-652-271-8, ISSN 2343-4740.

[13] *Pisarska-Jamrozny. M, Belzyt S., Borner A., Hoffmann G., Huneke H., Kenzler M., Obst K., Rotner H., van Loon T.* Evidence from seismites for glacio-isostatically induced crustal faulting in front of an advancing land-ice mass (Rugen Island, SW Baltic Sea), *Tectonophysics*, 2018. 745, 338-348.

[14] *Poleshchuk A., Zykov D., Shvarev S.* Some features of deformation structures in an esker on the southern margin of the fennoscandian shield // *Bulletin of the Geological Society of Finland*. 2018. Vol. 90. P. 291-300.

[15] *Shvarev S., Nikonov A., Subetto D., Zaretskaya N.E., Romanov A.* Seismites in the pre- and postglacial sediments of the Karelian Isthmus (Eastern Fennoscandia // *Börner, A., Hüneke, H., Lorenz, S., (Eds.), Field Symposium of the INQUA PeriBaltic Working Group “From Weichselian Ice-Sheet Dynamics to Holocene Land Use Development in Western Pomerania and Mecklenburg”*. Abstract Volume. Scientific Technical Report STR 19/01, Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences. 2019. P.102-104.

[16] *Subetto D.A., Shvarev S.V., Nikonov A.A., Zaretskaya N.E., Poleshchuk A.V., Potakhin M.S.* New evidence of the Vuoksi river origin by geodynamic cataclysm // *Bulletin of the Geological Society of Finland*. 90 (2018) 275-289.

S u m m a r y. Traces of strong earthquakes in the Late Neopleistocene and Holocene deposits of the Karelian Isthmus have been discovered and systematized. Deformations are expressed by liquefaction textures, faults, displacements of horizons and surfaces of various genesis and indicate a significant influence of geodynamics on the development of the nature of Eastern Fennoscandia in the period from the interglacial to the late Holocene.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОЗЕРА ТРОСТЯНОЕ (РАЙОН ПОС. КЕРЕТЬ, КАРЕЛЬСКИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ)

Т.С. Шелехова,¹ Н.Б. Лаврова,² Н.В. Лобанова³, Д.С. Толстобров⁴,
А.А. Вашков⁵

^{1,2} ФИЦ КарНЦ РАН Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск,
shelekh@krc.karelia.ru, lavrova@krc.karelia.ru

³ ФИЦ КарНЦ РАН Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра
РАН, Петрозаводск, *hopelobe@mail.ru*

^{4,5} ФИЦ КНЦ РАН геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты,
tolst-dm-ser@inbox.ru

EVOLUTION OF LAKE TROSTYANOE, KERET AREA, KARELIAN SHORE OF THE WHITE SEA

T.S. Shelekhova,¹ N.B. Lavrova,² N.V. Lobanova³, D.S. Tolstobrov⁴,
A.A. Vashkov⁵

^{1,2} FIC KarRC RAS Institute of Geology, Karelian Research Centre, RAS, Petrozavodsk

³ FIC KarRC RAS Institute of Linguistics, Literature and History, Karelian Research Centre RAS,
Petrozavodsk

^{4,5} FIC KSC RAS Geological Institute Kola Science Center RAS, Apatity

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного междисциплинарного исследования донных отложений озера Тростяное. Работы проводились с целью установления возраста археологических памятников на побережье Карельского берега Белого моря, природных условий местообитания древних людей. Для этого использовался комплекс методов (диатомовый, спорово-пыльцевой, ¹⁴C). Реконструированы этапы развития озера Тростяное, установлено время отделения его от моря (1300 л.н.). Последующие исследования позволят построить график перемещения береговой линии моря и провести корреляцию расположения археологических объектов.

Ключевые слова: голоцен, донные отложения, спорово-пыльцевой анализ, диатомовый анализ, археологические стоянки, Белое море.

Введение

В 2019г на Карельском берегу Белого моря в районе пос. Кереть в рамках гранта РФФИ «Древности» были проведены полевые исследования в пределах открытых археологами археологических памятников (поселений). Проведенные в окрестностях с. Кереть небольшие разведочные работы позволили выявить археологические памятники эпох мезолита – Средневековья на побережье р. Кереть и Керетской Губы. Цель проекта – установление возраста поселений, природных условий местообитания древних людей, реконструкция рельефа, климата. Целью полевых работ было изучение донных осадков малых озер для построения графика перемещения береговой линии моря в голоцене и корреляции расположения археологических объектов относительно мигрирующего голоценового моря.

Район исследований

В настоящей работе представлены результаты изучения керн донных осадков озера Тростяное (66°17' 57" с.ш.; 33° 31' 19.9" в.д.; абс. отм. 4 м н.у.м.). Озеро проточное, размером 600×150 м, площадью 0,08 км², вытянуто в

направлении СВ-ЮЗ. Скважина, мощностью 215 см, пробурена в центре озера, где глубина воды составила 385 см.

Материалы и методы

Работы проводились по традиционной методике [18] которая ранее широко применялась в районе работ и прилегающих регионах [7-9]. Материалом для данной работы послужил керн донных осадков, представленных следующей стратиграфической последовательностью.

600-409 см – алевроит серого, темно-серого цвета с оливковым оттенком. Отмечается неясная слоистость, выраженная изменением оттенка цвета. На глубине 440-450 см отмечается прослой алевроита с песком и обломками раковин. Переход в вышележащий интервал постепенный. На глубинах 490 и 500 см отмечаются единичные обломки раковин.

409-390 см – гиттия. Переслаивание черных, темно-серых, коричневатозеленых слойков, мощностью первые мм.

390-385 см – гиттия темно-серо-коричневая, шоколадно-коричневая, разжижена.

Образцы на микропалеонтологические анализы отобраны послойно, с шагом 5-10 см в морской фации, 1-2 см – в переходной и озерной.

Обработка проб для палинологического анализа осуществлялась по общепринятым методикам [15, 16]. При идентификации пыльцевых зерен использовали справочники-определители [2, 11, 12, 19] и др., а также эталонную коллекцию пыльцы и спор ИГ КарНЦ РАН. Спорово-пыльцевая диаграмма построена с использованием компьютерных программ TILIA 2 и TILIA GRAPH [17]. Палинозоны выделены на основе визуальной диагностики использования кластерного анализа (CONISS).

Техническая обработка проб и приготовление постоянных препаратов на диатомовый анализ выполнялись по общепринятой методике [5, 6], при идентификации флоры использовалась различная справочная литература [1, 3, 4, 6, 10, 13, 14, 20].

Результаты

Радиоуглеродные датировки, выполненные в лаборатории Санкт-Петербургского университета, получены по трем образцам.

Спорово-пыльцевой анализ

По результатам исследования выделено 2 палинозоны (ПЗ).

ПЗ I (451-410 см). Характерно высокое содержание пыльцы деревьев (82-90%), травы и кустарнички составляют 5-10%, споры – 5-8%. Особенностью этой ПЗ является сглаженный характер кривых пыльцы и спор. Среди древесных растений преобладает пыльца *Pinus*. В группе трав доминируют: *Cyperaceae* (2-4%), *Poaceae* (~3%), *Chenopodiaceae*. Зафиксирована пыльца *Plantago maritima*. Среди споровых преобладает *Sphagnum* (1-4%), *Bryales* (0,2-1,5%), *Polypodiaceae* (0,9-2 %), идентифицированы споры плаунов.

Согласно выполненным реконструкциям на территории исследования господствовали сосновые, елово-сосновые леса с участием березы. Присутствие

пыльцы галофитов указывает формирование палиноспектров в морских условиях седиментации. Пыльца осоковых и злаковых, вероятно, продуцировалась растениями галофитами.

ПЗ II (410-390 см). Особенностью палинозоны является увеличение амплитуды колебания кривых пыльцы основных таксонов, что, скорее всего, было обусловлено нестабильными условиями седиментации. Преобладает пыльца древесных при подчиненном значении трав и споровых. Помимо этого, в палиноспектрах возрастает вклад трав за счет *Cyperaceae*. В нижней части ПЗ увеличивается количество *Chenopodiaceae*. В спектрах встречены лишь единичные пыльцевые зерна галофитов *Atriplex nudicaulis* и *Plantago maritima*. С гл. ~400 см появляется пыльца *Myriophyllum alterniflorum*, *Sparganium*, *Typha*, а также споры *Isoetes* и *Pediastrum*.

На изучаемой территории по-прежнему господствовали сосновые и елово-сосновые леса. Выпадение из палиноспектров пыльцы галофитов и появление растений гидрофитов пресноводных водоемов указывает на формирование спектров в условиях отделения озера от моря. Присутствие единичных пыльцевых зерен *Atriplex nudicaulis*, *Plantago maritima*, вероятно, обусловлено постепенным опреснением водоема, когда он некоторое время находился в пределах воздействия соленых вод (возможно, в зоне штормового заплеска). По мере полного опреснения осоковые и злаковые растения-галофиты замещаются гликофитами, которые расселяются на мелководьях. Появившиеся участки суши занимали пионерные растения – *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*, *Artemisia*.

Диатомовый анализ. Диатомовый анализ выполнен по 16 образцам (гл. 451-388 см). В донных отложениях выявлено около 260 видов и разновидностей диатомовой флоры из 58 родов. В результате исследования по составу полученных комплексов выделено 3 диатомовых зоны (DZ), соответствующие трем фациям осадков: морской, переходной от морской к пресноводной (фация меромиктического водоема) и озерной пресноводной.

DZ 1 (451-406 см) морская фация представлена поли-, мезогалолами и галофилами, которые в сумме достигают более 90% общего состава флоры. Пресноводные формы составляют около 5%. Данный состав флоры свидетельствует о ее морском генезисе. Присутствие до 5-8% пресноводных форм является результатом поступления их в морскую прибрежную зону с поверхностным стоком.

DZ 2 (409-391 см) переходная фация в которой доля солоноватоводных видов составляет 58-62%, а пресноводных форм около 30%. Здесь при господстве поли-, мезогалолабов и галофилов постепенно (с 10 до 38%) возрастает роль пресноводных видов, свидетельствуя о притоке в водоем пресных вод. Мы предполагаем, что в это время водоем был меромиктическим, т.е. представлял собой переход от морского залива к отделяющемуся озеру с морской водой в придонном слое, когда во время приливов в него поступала морская вода.

Самостоятельное развитие отделившегося от моря водоема началось с формированием **пресноводной фации** (гл. 390-388 см и выше). Состав диатомовой флоры резко меняется, в отложениях доминирует пресноводная флора (80%) при заметном участии небольшого количества поли-, мезогалобов и легких галофилов, достигающих в начале изоляции водоема от моря до 20%.

Полученные радиоуглеродные датировки из **переходной фации** осадков (гл.404-391 см) свидетельствует о формировании их в субатлантическом периоде примерно 1300-900 лет назад (л.н.).

Выводы

Результаты комплексного исследования донных отложений озера Тростяное показали, что во второй половине субатлантического периода оно было морским заливом, который начал отделяться от моря около 1300 л. н., а около 900 л. н. залив отшнуровался от моря, превратившись в озеро.

Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 18-09-40110 «Древности» и государственной темы ИГ Кар НЦ РАН № АААА-А18-118020690231-1.

Литература

- [1] *Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды Тель-Авив: PilliesStudio, 2006. 498 с.
- [2] *Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвинцева М.В., Тарасевич В.Ф.* Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. Л., 1983. 208 с.
- [3] *Генкал С.И., Чекрыжева Т.А.* Центрические диатомовые водоросли (Bacillariophyta, Centrophyceae) водоемов Карелии // Биол. внутр. вод. 2011. № 1. С. 5-16.
- [4] *Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф.* Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии / Отв. ред. В.Г. Девяткин. ИБВВ РАН. М.: Научный мир, 2015. 202 с.
- [5] *Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.
- [6] *Диатомовый анализ.* Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. – Л.: Государственное издательство геологической литературы, 1949-1950. – Кн. 1. – 240 с. Кн. 2. – 288 с. Кн.3.-399 с.
- [7] *Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Й., Корнер Г.Д.* Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене – голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба// Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2013. № 1. С. 73-88.
- [8] *Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Алексеева А.Н., Толстобров Д.С., Лаврова Н.Б.* Хронология и причины перемещения береговой линии Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер из района Кузема (северная Карелия)// Известия РГО. СПб.: Наука, 2014. Вып. 6. С. 14-26.

- [9] Корсакова О.П., Колька В.В., Толстоброва А.Н., Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С., Шелехова Т.С. Литология и поздне- постледниковая стратиграфия донных отложений из котловин изолированных бассейнов побережья Белого моря (на примере малого озера из района поселка Чупа, северная Карелия)// Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2016. Т. 24., № 3., С. 81-101.
- [10] Куликовский М.С., Глушенко А.М., Генкал С.И. Кузнецова И.В. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 2016. 804 с.
- [11] Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1972. 171 с.
- [12] Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. Lamiaceae Zygothylaceae. Л.: Наука, 1978. 184 с.
- [13] Лосева Э.И. Атлас морских плейстоценовых диатомей европейского Северо-Востока СССР. СПб.: «Наука», 1992. 272 с.
- [14] Определитель пресноводных водорослей СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Вып. 4. 619 с.
- [15] Палеопалинология. Т. 1. Методика палинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий // Тр. ВСЕГЕИ. 1966. Вып. 141. 351 с.
- [16] Пыльцевой анализ / Под ред. И.М. Покровской. М: Гос. изд-во геологической литературы. 1950. 571 с.
- [17] Grimm E.C. Tilia and TiliaGraph PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, working group on data-handling methods. Newsletter 4. 1999. P. 5-7.
- [18] Donner J., Eronen M., Jungner H. The dating of the Holocene relative sea-level changes in Finnmark, North Norway // Norsk Geografisk Tidsskrift. 1977. Vol. 31, N 3. P. 103-128.
- [19] Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E. Pollen analysis // Second edition. Blackwell Science. London, Malden, Carlton, 1991. 216 p.
- [20] Tynni R. Uber Finnlands rezente und subfossile Diatomeen VIII–XI // Geol. Surv. Finland Bull. 1975. Vol. 274. P. 1–55; 1976. Vol. 284. P. 1-37; 1978. Vol. 296. P. 1-55; 1980. Vol. 312. P. 1-93.

S u m m a r y. The results of a combined interdisciplinary study of bottom sediments from Lake Trostyanoy are reported. The study was conducted to date archaeological sites on the Karelian Shore of the White Sea inhabited by ancient people and to cast light on its natural conditions. Diatom, spore-and-pollen and ^{14}C methods were used. Stages in the evolution of Lake Trostyanoye were reconstructed, and the timing of its separation from the sea (1300 y.a.) was estimated. Further studies will be carried out to construct a plot showing the translocation of the sea shoreline and to correlate the distribution of the archaeological sites.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

HISTORICAL GEOGRAPHY

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ БЕЛОМОРО-БАЛТИЙСКОГО КАНАЛА

Л.Б. Вампилова

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF VEGETATION COVER CHANGES IN THE VICINITY OF THE WHITE SEA-BALTIC CANAL OVER

L.B. Vampilova

Pushkin Leningrad State University

Аннотация. Процесс хозяйствования в ландшафтах Прибеломорья отразился на динамике изменения породного состава лесов. Природопользовательские события в ландшафтах Карельского Поморья: от железодобывающего промысла и солеварени до создания Беломоро-Балтийского канала (ББК), осушения болот и заготовки дров связаны с использованием лесных ресурсов. Результат сказался на истощении лесов и на связях с другими ландшафтными компонентами. В основу исследовательской задачи положены изыскания по поводу длительности и давности освоения, роли хронологических исследований в преобразовании ландшафтов. Важно проследить длительное влияние человека на процессы дифференциации, динамики, устойчивости болотных и лесных геосистем, что связано с применением эргодической теории к формированию долинных комплексов. Оригинальность проведенного исследования состоит в использовании старых геоботанических материалов с ГИС-технологиями, что содействует развитию историко-геоэкологического направления науки.

Ключевые слова: длительность и интенсивность освоения, историческая геоэкология, антропоизация ландшафтов, время в ландшафте, эргодичность.

Введение

В качестве объекта исследования выбран участок Прибеломорской цокольной морской аккумулятивной северно-таежной низменности, ландшафты которой детерминируют характер природопользования. Литогенная основа сложена преимущественно кристаллическими породами, обнажающимися в районе побережья и выделяющиеся в рельефе, образуя бараньи лбы и курчавые скалы. Колебания относительных высот 20-30 м, часто абсолютные отметки до 100 м и крайне редко высоты составляют 120-170 м. Геологическое строение – гранито-гнейсовые купольные структуры архейского возраста приуроченные к Беломорской структурной области. По характеру четвертичных отложений – современные и верхнечетвертичные морские глины, суглинки, пески – биогенные и гляциоморские. По морфоструктурным особенностям – Беломорская линейная морфоструктура [1], представлена морскими и гляциоморскими равнинами, расположенными на разных уровнях. Выделяются мелко-грядово-холмистые равнины, современные плоские морские равнины; плоско-волнистые или всхолмленные равнины с частично сохранившимися в рельефе отпрепарированными складчатыми структурами беломорского комплекса. Морские террасы 10 – 20-метрового уровня хорошо выражены и

вложены по долинам рек [1]. Дифференцирующее влияние рельефа сказалось на состоянии ландшафтов. Равнинные участки заболочены и слабо расчленены. Усугубляется положение широким распространением морских ленточных глин и суглинистых отложений, это крупнейший болотный район северной Карелии. Не заболоченными остаются только узкие полосы вдоль рек и повышения с выходами коренных пород [1]. Исследуемый участок относится к Кемско-Беломорскому геоботаническому району [4], где на песчаной морене распространены сосняки кустарничковые лишайниково-зеленомошные. Крупногрядовый рельеф с кислыми породами занят елово-сосновыми лесами, а межгрядовые понижения с заболоченными ельниками на щебнистых примитивных почвах. Указанный район мелкосельгово-болотно-равнинный и характеризуется преобладанием заболоченных ельников на суглинистых и глинистых склонах долин рек и лесных – сосновых воронично-брусничных ландшафтов [1]. Здесь доминируют приморские террасированные ландшафты, сильно заболоченные с ельниками и сосняками редкостойными.

Ландшафты Карельского Поморья отличаются мобильностью и динамичностью, что объясняется молодостью формирования. Они характеризуются специфическим набором природных ресурсов, детерминирующих особое приморское природопользование в маргинальной, прибрежной полосе. Ландшафты неоднократно становились родовыми, вмещающими для населяющих этносов (саамов, карелов, русских-поморов). Цель исследования: показать различия во влиянии природного и антропогенного факторов на изменение растительного покрова исследуемого участка низменности, расположенного в непосредственной близости к ББК.

Проведен анализ палеогеографических сведений по изменению степени заболоченности и смены породного состава древесной растительности в пределах региона исследования от прошлого к современности, установлено какие природные тенденции прослеживаются в растительном покрове под влиянием временного фактора. В пребореале растительность имела северотаежный облик, прибрежная полоса была занята галофитными сообществами близкими современным приморским лугам. Низкие участки были заняты березовыми лесами с примесью ольхи, а на повышениях – сосняки кустарничково-моховые с примесью березы. В бореале на морских террасах распространены галофитные сообщества, повышенные места низменности заняты среднетаежными березовыми крупнотравными и сфагновыми лесами, а скальные выходы – сосново-березовыми редкостойными лесами. Только в атлантике на высоких участках произрастали сосновые и елово-сосновые травяно-моховые южнотаежные леса. Для суббореала на равнинах отмечается преобладание сосново-еловых среднетаежных лесов, повышения рельефа заняты еловыми кустарничково-зеленомошными лесами с примесью теплолюбивых элементов. Прибрежная часть характеризуется преобладанием заболоченных сосняков и болот, в сумме составляющих около 30% территории. Для субатлантики характерно распространение северотаежных ельников кустарничково-зеленомошных: на низких отметках рельефа – елово-сосновые

леса в сочетании с верховыми болотами, повышения рельефа заняты сосновыми лесами [2]. В истории растительного покрова региона выделяются периоды похолоданий, сопровождающиеся сменой древесного яруса в сторону северо-таежных сообществ, а также периоды потеплений, обусловившие преобладание южно-таежных лесов. Лесные ресурсы ко времени заселения территории человеком были представлены преимущественно хвойными.

Объекты и методы, обсуждение результатов

Основными подходами при проведении исследования являются дистанционный, историко-ландшафтный и историко-геоэкологический, позволяющие осуществить анализ изменения природной среды и проследить этапы взаимодействия ландшафта и этноса.

Ретроспективный анализ истории освоения ландшафтов позволил констатировать, что историко-географическая периодизация Карельского региона подразделена нами на следующие эпохи: Древнейшая, Средневековья, Имперская, Советская, Современная (постперестройка), эта периодизация применима и для Прибеломорья. В основу периодизации положены событийные процессы: комплекс видов природопользования, зависящий от специфики ландшафта и этнической группы, проживающей в этих ландшафтах. Рассматриваются виды деятельности Прибеломорья, которые повлияли на изменение растительного покрова. С железного века известна заготовка древесины для производства древесного угля в углежогных ямах. Продукция углежогов находила сбыт в кузнечном и металлургическом производствах. Рекогносцировочные исследования археологов показали, что следы от существовавших в прошлом углежогных ям фиксируются в современном рельефе и относятся не только к железному веку, но и к началу средневековья. В настоящее время это наиболее часто выявляемый вид археологических памятников, поскольку в определённый период истории (XVIII-XIX вв.) этот промысел стал действительно массовым [6]. Многократная вырубка леса для получения древесного угля осуществлялась в непосредственной близости к поселениям.

В средневековье в Прибеломорье начинается добыча соли. Повторилась масштабная и неоднократная вырубка леса в окрестностях населенных пунктов. Для организации технологического процесса на соляных варницах заготовка древесины производилась в течение нескольких веков, причем восстановленные леса неоднократно подвергались повторной вырубке. Сведения о начале соляного промысла на побережье Белого моря связывают с началом монастырского освоения, примерно от конца XIV – начала XV веков. Соляные варницы возникли первоначально в хозяйстве монастырей и только позже, как единоличные хозяйства по производству соли. Одна варница была способна производить до 50 кг соли в сутки. Леса на побережье Белого моря редели из-за огромного расхода дров, учитывая, что в лучшие времена конца XVI века на побережье действовало около 180 солеварен [3]. Расцвет добычи соли приходится на XVII-XVIII века, однако в публикациях встречаются упоминания о производстве соли еще и в XIX веке. В пределах нашего

ключевого участка по сведениям Н. Kirkinen [7] было около 30 солеварен, значит окружающие леса неоднократно были вырублены. Наряду с солеварением на протяжении времени от средневековья и по имперскую эпоху был развит железодельный промысел, в частности, производство цренов – больших котлов для солеварения. Это производство железа в примитивных доменных печах на древесном угле, литейных заводах, плавильнях – требовало большого объема древесины.

Перечисленные виды промыслов продолжают в Имперскую эпоху. Заготовка древесины при развитии лесохозяйственной деятельности – лесопильных заводов и судостроения; строительство домов, гатей, хозяйственных построек и обеспечение жителей дровами продолжается повсеместно. Эти временные срезы с активным влиянием человека на лесные ресурсы сопровождались замедленным восстановлением древесных хвойных по причине суровых зональных условий, частой вырубкой и отличались слабым возобновлением, по причине низкой производительности лесов. Леса в процессе многократного длительного использования утрачивают многие свои качества. Смена многих «поколений» (сукцессий) лесов приводит к потере или утрате восстановительной способности: хвойные заменяются мелколиственными. Причиной служит постоянство мест расположения соляных варниц, углежогных ям, доменных печей – использование их в одних и тех же местах десятками, а иногда и сотнями лет. Для соляных промыслов, где варницы существуют на одних и тех же местах в течение многих лет, леса утрачивали способность к восстановлению. Нужны специальные исследования как в результате хозяйственной деятельности изменилась устойчивость лесов к антропогенному фактору: *длительности, давности и интенсивности использования.*

Исследования по изменению растительного покрова проводились на ключевом участке, площадью около 700 кв. км расположенном между долинами рек Кемь и Выг, совпадающем с нижней частью долины реки Шуя. Исходным картографическим материалом для проведения исследований послужила карта (1925), составленная за шесть лет до начала строительства Беломоро-Балтийского канала (ББК): схематическая геоботаническая карта Шуерецко-Сорокской лесной дачи Кемского уезда АКССР [5]. Карта была оцифрована, составлена подробная легенда и дана характеристика растительности, включающая различные типы леса, многообразие болот, морские луга и луга – тереба, антропогенного происхождения. Результаты геоботанического исследования показали, что в пределах ключевого участка коренными являлись еловые леса. На временной срез 1925 г. лесопокрытая площадь составляла 35%. Среди лесных комплексов преобладали хвойные – 90,28%: ельниками занято – 47,99%, а сосняками – 42,29%. Леса не имели следов хозяйственной деятельности, кроме расположенной поблизости деревни Шуерецкая.

В пределах ключевого участка леса вырубались в связи с заготовкой древесины для строительства ББК. Если на начало освоения территории

человеком площадь болот составляла около 30% [2], то при активном хозяйственном использовании лесных ресурсов: перечисленных видах пользования (углежогные ямы, солеварни, плавка чугуна, лесопильные заводы, судостроение, строительство железной дороги, ББК, и т.д.) площадь болот была уже 63,3%. После создания ББК и по истечению 16 лет от Мурманской железной дороги отмечено заболачивание возле железнодорожной насыпи, организованы мелиоративные работы с западной стороны. Составлена карта растительного покрова указанного ключевого участка на дату 1954 год, спустя 29 лет после первого обследования и по прошествии 21 года после строительства ББК. По результатам дешифрирования материалов аэрофотосъемки и анализа топографических карт, болота составляют 47,4% площади, т.е. по отношению к 1925 году их площадь сократилась на 15,7% вследствие масштабного осушения. В структуре болот произошли изменения: уменьшилась доля верховых сфагновых болот на 32% и увеличилась доля переходных и низинных болот суммарно почти на 6%. Как следствие мелиоративных мероприятий изменения произошли и в структуре лесов. Лесопокрытая площадь увеличилась на 15%: на 1954 г. лесами занято 50,16% территории ключевого участка, в том числе хвойными 39,1%, и 11,06% мелколиственными. Главную роль в увеличении лесопокрытой площади территории сыграли еловые леса: их площадь увеличилась на 15,9% относительно 1925 года.

Карта современной растительности историко-геоэкологической Поморской провинции на 2018 г. составлена с использованием: карты растительности Карелии масштаба 1:2000000, топографических карт масштабов 1:50000-1:200000, космических снимков Landsat-TM пространственного разрешения 30 м. Работы по дешифрированию КС и последующему оформлению карты производились с использованием программных комплексов Erdas Imagine 8.0 и ArcGIS 10. Для облегчения распознавания выделов растительных сообществ создавались две цветовые комбинации каналов снимков. В конечном итоге было получено 15 выделов растительных сообществ, достоверность дешифрирования составила 85%.

Выводы

Количественные показатели в диаграммах, составленных на ключевой участок по трем временным срезам, свидетельствуют об определенной динамике процессов заболачивания. Естественные процессы заболачивания характерные для 1925 года были нарушены созданием осушительных систем, связанных с необходимостью устранения проблем трансформации железнодорожного полотна. К 2018 году действие осушения прекратилось по причине прекращения мелиорации. К природным процессам подключилось подтопление от ББК и количество болот увеличилось до первоначального уровня – 60,5%.

В разных пространственно-временных масштабах активного природопользования в пределах ключевого участка долины р. Шуи прослеживается дифференциация растительного покрова. Исследования

способствовали проведению оценки естественной эволюции и антропогенной трансформации ландшафтов. Для ландшафтов ключевого участка характерна самоорганизация, сопровождающаяся как усложнением, так и упрощением горизонтальной структуры. Для морфологических единиц долинного ландшафта отмечена полихронность – разные временные состояния, что позволяет высказать предположение об эргодичности. Согласно смене состояний геосистем в пределах долинного ландшафта можно рекомендовать применение синергетического подхода к решению проблемы резкой смены пространственно-временных границ.

Литература

- [1] *Вампилова Л.Б.* Региональный историко-географический анализ. Книга I. Ландшафты Карелии. - СПб.: Изд. РГГМУ, 1999.- 240 с.
- [2] *Елина Г.А., Лукашов А.Д., Юрковская Т.К.* Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастиельность и палеогеография). Петрозаводск: КНЦ РАН, 2000.– 241 с.
- [3] *Йокиппи Мауно* Прибалтийско-финские народы: история и судьбы родственных народов / составитель Мауно Йокиппи. – Ювяскюля: Издательство «Атена», 1995.– 503 с.
- [4] *Раменская М.Л., Шубин В.И.* Природное районирование в связи с вопросами лесовосстановления. В сб.: Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1975. – С. 180-204.
- [5] Схематическая гео-ботаническая карта Шуерецко-Сорокской лесной дачи Кемского уезда Автономной Карельской ССР / сост. исслед. партией Колонизац. отд. под рук. К. Ф. Маляревского в 1925 г. – Ленинград: издано Чиро М. ж. д., 1925. – 1 к.: цв.
- [6] *Тарасов А.Ю.* Отчет об археологических раскопках группы углежогных ям Ихаланйоки I в Лахденпохском районе Республики Карелия в 2017 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН: Институт языка, литературы и истории, 2017. Начальник отряда А.Ю. Тарасов.
- [7] *Kirkinen Heikki* Karjala idän ja lännen välissä / I: Venäjän Karjala renessanssiajalla (1478-1617). 1970.– 344с.

S u m m a r y. The process of the economic use of the landscapes of the Pribelomorie during the historical time has affected the tendencies of changes in the vegetation cover. Time in the landscape, ethnos, nature management is considered through event processes. The idea to trace the long-term influence of the anthropogenic factor on the processes of differentiation, dynamics and stability of bog and forest geosystems is associated with the ergodic system of formation of valley complexes. The research task is based on research on the duration and duration of development, the role of chronological research in the transformation of landscapes. A geobotanical map was compiled for the territory of the key site using the data of old maps and images from 1954, analysis and comparison of the current situation with the map of 1925 were carried out, which made it possible to reveal significant transformations of the vegetation cover 30 years after the construction of the White Sea-Baltic Canal. The originality of the study lies in the use of old geobotanical materials in combination with GIS for the development of the historical and geocological direction of science.

РОСТОВСКИЙ ОГОРОДНЫЙ РАЙОН В РАБОТАХ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ XX ВЕКА

Т.Ю. Гусаков

РАНХиГС при Президенте РФ; МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, gusakov.timur@mail.ru

ROSTOV GADEN DISTRICT IN THE WORK OF RUSSIAN RESEARCHERS OF THE XX CENTURY

T.Y. Gusakov

RANEPA; Moscow State University M.V. Lomonosov, Moscow, gusakov.timur@mail.ru

Аннотация. В России существует лишь несколько примеров местностей с исключительно «огородной» специализацией сельского хозяйства. Ростовский огородный район является одним из них. Он занимает территорию котловины озера Неро в Ярославский области. Статья рассматривает социально-экономические изменения, произошедшие на этой территории в XX веке, анализируя работы отечественных исследователей.

Ключевые слова: социальная география, сельская местность, огородный район, сельское хозяйство, социально-экономическая трансформация.

Введение

Ростовским огородным районом (или котловиной озера Неро) принято считать местность, раскинувшуюся по берегам озера Неро, поскольку ее жители с древних времён занимались огородничеством. Эти территории относятся к районам первоначального заселения, первое русское население поселилось здесь еще в XIII веке. Быстрорастущее население Северо-Восточной Руси до XV века практически не покидало пределов междуречья Волги и Оки. В сельскохозяйственный оборот постепенно вовлекались все наиболее благоприятные территории, к которым относилась и котловина озера Неро.

С появлением Московского государства возникает географическое разделение труда – появление хозяйственной специализации отдельных территорий. С тех пор котловина стала крупнейшим центром огородничества, потому что ее природно-климатические условия и почвы были наиболее благоприятными для этого занятия [4]. В современности вся приозёрная территория Неро входит в состав Ростовского района Ярославской области с центром в городе Ростов, расположенном на северо-западном побережье озера. Высокий уровень развития огородничества и близость к Москве издавна привлекали сюда множество путешественников, исследователей и прочих известных личностей.

Объект и методы исследования

В данной статье произведён анализ того, как изменялась социально-экономическая ситуация в котловине озера Неро на протяжении XX века. Для этого использовались работы «Этнографического бюро» князя В.Н. Тенишева (1897-1901 гг.), Ю.Г. Саушкина «Географические очерки природы и сельскохозяйственной деятельности населения в различных районах СССР» (1947 г.) и Е.Я. Дороша «Деревенский дневник» (1952-1972 гг.).

Обсуждение результатов

«Этнографическое бюро» князя В.Н. Тенишева – это частное коммерческое предприятие, организованное в конце XIX в. и реализовавшее широкомасштабный проект по изучению крестьянства в Европейской части Российской империи посредством привлечения сельских корреспондентов. В поле зрения корреспондентов попала и котловина озера Неро, относившаяся в то время в Ростовский уезд Ярославской губернии [1]. Корреспондент А. Балов, освещая занятия крестьян Ростовского уезда, сообщал: *«... Огородничеством Ростовский уезд, как известно, прославился чуть ли не на всю Россию, и действительно, практические знания местных крестьян в этой отрасли хозяйства весьма основательны. Центрами ростовского огородничества являются главным образом села и деревни близ озера...»*. Основными возделываемыми культурами были картофель, цикорий, зелёный горошек, мята, огурцы, лук и др., для переработки которых в уезде насчитывалось свыше 1000 мелких заводов, находившихся в руках крестьян. Корреспондент А. Балов отмечал, что, например, мятно-масляные заводы села Поречье (Рыбное) Ростовского уезда отличаются высоким качеством выгонки мятного и других эфирных масел [3].

Из-за благоприятных природных условий сельские общины котловины отличались высоким уровнем зажиточности. Это подкреплено статистическими данными о грамотности лиц, призванных в армию в 1897 году, где абсолютное большинство являлось грамотным [3]. Богатые крестьяне жертвовали финансовые излишки на развитие образования уезда. В соседних уездах показатели грамотности были существенно ниже ростовских. Описывая культуру труда и методам производства, корреспондент сообщает, что для усовершенствования производства ростовскими хозяйствами привлекались агрономы. Так агроном Черняев, объехавший уезд с лекциями, предложил крестьянам при огневой сушке овощей использовать сушилки Ридера, повысившие в несколько раз объем производства горошка и цикория. *«... В тех местах, где появились сушилки Ридера, замечается переворот в огородничестве»*.

Корреспондент Краснораменская сообщала, что *«... ввиду высокой плодородности почв крестьяне вынесли за пределы котловины возделывание ржи и льна, а на берегах озера занимаются исключительно огородничеством, изредка чередуя его с узкими полосами зерновых культур»*. Тоже произошло и с животноводством, которое в пределах озёрной котловины развития не получило. Что же касается механизации хозяйства, то на рубеже веков крестьянство неохотно привлекало в сельскохозяйственные работы различную технику, предпочитая ручной труд при возделывании земельных угодий. Исключением стал лишь усовершенствованный деревянный плуг, прозванный «ростовским самолётом» и используемый при распашке земель [3].

Собственно термин «Котловина озера Неро», как наименование Ростовского огородного района, впервые обнаружен в диссертации «Географические очерки природы и сельскохозяйственной деятельности

населения в различных районах Советского Союза» Ю.Г. Саушкина, защищенной в 1947 году. В своём труде автор даёт достаточно подробное социально-экономическое описание колхозного хозяйства котловины. По данным Ю.Г. Саушкина, как и в начале XX века, в 1930-е годы основой посевной площади района оставалось овощеводство (на 1937 год – 80%). Зерновые и кормовые культуры были представлены небольшими анклавами. Однако процесс индустриализации хозяйства позволил вывести огороднические культуры за пределы приозёрной котловины на окружающие её моренные холмы. Тем самым площадь огородного района была увеличена практически в 2 раза. Большинство привлечённых земель было занято под овощами и кормовыми культурами. Автор пишет: «...очевиден сильный сдвиг овощных культур вверх – на склоны моренных холмов; очень сильно выросла роль цикория, который постепенно вытесняет менее доходный картофель; совсем исчезла потребительская культура льна...». Также отмечается, что в приозёрных хозяйствах нерационально выращивать зерновые культуры [4]. Но это существует из-за дефицита рабочей силы в районе для замены зерновых более трудоёмкими, но более эффективными огородными культурами. Что касается животноводства, то в 1930-е оно практически не развивалось. Автор объясняет это сильной в котловине «культурой земли», неполным использованием кормовой базы и отвлечением рабочих рук на огородничество.

В советское время дореволюционная «вольная» система смены культур, рассчитанная в основном на потребителя, была заменена «правильным» севооборотом. Это обстоятельство послужило поводом для возникновения проблемы дефицита рабочих рук в хозяйствах котловины, т.к. вовлечение новых земель и введение плановой системы производства культур требовало дополнительных рабочих. Ещё одной проблемой огородничества котловины тех времен являлась недостаточная механизация производства огородных культур. Это обстоятельство значительно замедляло темпы увеличения производства культуры зелёного горошка, названной автором «очень перспективной и ценной». Перспективным направлением развития огородного района Ю.Г. Саушкин считал использование озёрного ила (сапропеля) для повышения плодородия почв, как альтернативу дефицитному в ростовских хозяйствах навозу [4].

Если Ю.Г. Саушкин акцентировал внимание на экономическом аспекте развития района, то писатель Е.Я. Дорош раскрыл социальные процессы, протекавшие в этой местности. В своём очерке «Деревенский дневник» Е.Я. Дорош назвал озеро Неро озером Каово. Автор довольно подробно описал жизнь ростовских крестьян, расселенных по берегам озера. Так, например, он описал попытки использовать сапропель для повышения уровня плодородия земель: «...вот А.В. предложил качать землесосом сапропель со дна озера и намывать его на бесплодные, обезображенные кочками и поросшие осокой берега...». Колхозники же в очерке Е.Я. Дороша выступают подневольными, которые, при незаинтересованности районных властей в повышении производительности, «...работают вслепую, ничего не зная о земле, на которой сеют...». Автор не проходит мимо проблемы механизации огородничества, заявляя, что возделывание огородных культур требует ручного труда в отличие от зерновых.

Котловина озера Неро представляется читателю районом безграничных возможностей, которые безжалостно губятся при попустительстве местных властей. По заверению автора жизнь колхозников стала значительно тяжелее, а уровень доходов существенно снизился по сравнению с довоенными, а тем более дореволюционными годами [2]. Но логично, что сумрачные картины, нарисованные Е.Я. Дорошем, были гиперболизированными и эмоциональными. Но стоит ли требовать от художественного очерка научной выверенности фактов и объективности? Не думаю, это было бы через чур наивно.

Выводы

Особенности советского управления хозяйством и погоня за неустанным перевыполнением плана в этой местности не прошли даром. Когда-то зажиточные крестьянские хозяйства котловины озера Неро из самодостаточных сельских общин трансформировались в неперспективные колхозы. Всё больше обострилась проблема опустошения деревень в результате переезда бывших огородников в города на постоянное место жительства. А последующий отказ от плановой экономики и развал колхозов в 1990-х годах поставил под вопрос само существование одного из крупнейших огородных районов России. За годы бессмысленной битвы за урожай из сознания местного жителя был выбит искренний интерес к возделыванию огородных культур. Но не стоит винить во всех неудачах лишь советскую власть. На процесс запустения огородничества повлияли и экономические изменения, и конъюнктура рынка, да и глобальные процессы урбанизации. Одновременно виноваты все и никто не виноват.

Благодарность

Работа выполнена в рамках НИР Центра аграрных исследований РАНХиГС при Президенте РФ «Социально-экономическая дифференциация постсоветского села: социологическая оценка факторов сельской трансформации».

Литература

- [1] Быт великорусских крестьян-землепашцев. Описание материалов этнографического бюро князя В.Н. Тенишева (на примере Владимирской губернии) / Авт.-сост.: Б.М. Фирсов, И.Г. Киселева. СПб., 1993. 472 с.
- [2] *Дорош Е.Я.* Дождь пополам с солнцем: деревенский дневник. М.: Советский писатель, 1990. 734 с.
- [3] Русские крестьяне. Жизнь. Быт. Нравы. Материалы «Этнографического бюро» кн. В.Н. Тенишева. Т. 2. Ярославская губерния. СПб., 2006. 607 с.
- [4] *Саушкин Ю.Г.* Географические очерки природы и сельскохозяйственной деятельности населения в различных районах СССР. М.: ОГИЗ, 1947. С. 157–192.

S u m m a r y. In Russia, there are only a few examples of localities with an exclusively “garden” specialization of agriculture. Rostov vegetable garden area is one of them. It occupies the territory of the Nero Lake Basin in the Yaroslavl Region. The article examines the socio-economic changes that took place in this territory in the XX century, analyzing the work of domestic researchers.

ИСТОРИЯ ЗАСЕЛЕНИЯ БАССЕЙНА РЕКИ ИЖМА

В.И. Силин

ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН

HISTORY OF POPULATION IN THE IZHMA RIVER BASIN

V.I. Silin

IYALI Komi Scientific Center UB RAS

Аннотация. Статья, основанная на публикациях XIX века и современных источниках, посвящена истории заселения территории бассейна реки Ижма (приток Печоры), на которой проживали, в основном, зыряне (коми). Приводятся даты возникновения большинства поселков, род занятий населения. Отмечается недостаточная документальная основа определения дат возникновения населенных пунктов.

Ключевые слова: самоедь, зыряне, Ижма, освоение территории, население, Север. М.Ф. Истомина.

Введение

Ижемский район Республики Коми – район молодой, образовался в 1929 году, до этого назывался Ижемско-Печорский уезд в составе Автономной области коми (зырян). До революции территория района входила в состав Архангельской губернии (Мезенский уезд, Печорский уезд).

Населенные пункты малоизвестного Припечорского края в XIX в. являлись базой для исследователей этого края и проведения экспедиция: А. Шренк, А. Кейзерлинг, П. Крузенштерн и мн. др. Выяснение времени образования селений важный момент в изучении истории географического освоения территории.

Объекты исследования – населенные пункты бассейна р. Ижмы.

Методы исследования – изучение картографических и опубликованных источников для раскрытия темы.

Содержание

В 1862 году Михаил Федорович Истомина – уроженец Ижмы, составил интересный очерк села. Мы можем прочесть в нем очень много интересного про Ижму середины XIX века: «Селение, собственно Ижма, имеет в окружности до 3,5 верст. В нем считается домов до 138 и 537 ревизских душ государственных крестьян.

О времени основания Ижемского селения, нельзя сказать ничего положительного, потому что относительно этого предмета не сохранилось до нас письменных памятников, но что берега р. Ижмы были обитаемы с давнего времени, в том нельзя сомневаться [1, с. 133]».

Интересны описания М.Ф. Истоминым Ижемцев: «В отношении умственных и нравственных качеств, Ижемцы, совмещая в себе, все как добрые, так и дурные качества русских крестьян, отличаются от них какою-то особенною энергиею во всех своих поступках. Они весьма деятельны, предприимчивы и смышлены; но как инородцы, скрытны и недоверчивы, особенно к русским. Зато очень усердны ко храмам Божьим, и гостеприимны до

того, что в их селении в редкий год не перебивает до сотни крестьян из других мест, для прокормления своего и сбора подаяний [1, с 141]».

В XIX веке территория района входила в громадный Мезенский уезд.

Через два года в том же издании выходит статья Швецова, где для всех селений по р. Ижме даются даты возникновения и в которой он дает краткую характеристику Мезенского уезда на 1864 г. Ее мы сегодня предлагаем вспомнить [2]. К сожалению, он не приводит письменных источников, которыми пользовался, но, по всей видимости, эти источники существовали и, может быть, существуют теперь. Зыряне (коми) проживали постоянно, в основном, на территории бассейна реки Ижмы, самоеды кочевали по тундре, на Нижней Печоре, в основном, проживали русские.

«Жители Мезенского уезда состоят из трех элементов: 1) собственно Русских частью прибывших в этот край с давнего времени по делам торговым и промышленным, и тут основавших свое жительство, частью высланных сюда из внутренних губерний, по распоряжению правительства, на житье за проступки. Вообще русских, которые все государственные крестьяне, числилось к 1 января 1863 года, 21098 душ, в том числе 10141 мужескаго, и 10947 женскаго пола; 2) Зырян добровольно в давнее время, выходцев из Вологодской губернии Яренского уезда. Зыряне говорят особым языком и все государственные крестьяне, - их по 1 января 1863 года числилось 11049, в том числе: 5334 мужескаго и 5715 женскаго пола и 3) Коренных местных жителей Самоядь, говорящих так же особым языком. Самоедь к тому же 1 января числилось: 5854 души, в том числе 3060 мужескаго и 2704 женскаго пола [2, с. 94]».

«О времени основания русских населений местных сведений не имеется; напротив, того между Зырянами сохранились письменные заметки, из которых видно, что первое поселение Зырян в Запечорском крае Мезенского уезда началось с 1400 года и окончилось в 1838 году. Так из слободы Глотова Яренского уезда, расположенной на реке Ижме, зыряне в 1400 году, переселились в расстояние 60 верст от впадения реки Ижмы в реку Печору, где и образовалось Ижемское селение. Затем по реке Ижме в 1734 году образовалось селение Сизябское, в 1737 году – Мохченское, в 1742 г. дер. Гамская, в 1753 деревня Красноборская, Дибожская, Малогаловская, в 1755 дер. Мошьюская, Кельчигорская, и Устьижемская; в 1760 Поромежская, в 1762 дер. Картаельская, в 1765 дер. Кедвавомская, в 1790 дер. Косьельская; к 1800 дер. Щельская, в 1813 дер. Сюзская, Порогская, и Большепоженская, и в 1812 дер. Усть-Ухтинская, при р. Нерице, дер. Нерицкая в 1755 и при р. Печоре в 1770 Устькожвиская, Пилегорская, Няшабожская и Усть-Усинская; в 1755 дер. Щельягорская, в 1795 дер. Брыкаловская; в 1813 – Устьлыжинская, в 1838 дер. Новик-Божская; наконец когда основалась дер. Прасконская и Кирынский Материк – сведений нет [2, с. 95]».

Эти данные не всегда совпадают с официальными сведениями

	Швецов [2]	Жеребцов [3]	Республика Коми [4]
Сизябское	1734	между 1745 и 1763 гг.	1728
Мохченское	1737	между 1745 и 1763 гг.	1737
Гамская	1742	между 1745 и 1763 гг.	1745-1763
Красноборская	1753	между 1763 и 1765 гг.	1753
Дибожская	1753	---	---
Малогаловская	1753	после 1763,	упомянуто в 1782
Мошьюская	1755	между 1745 и 1763 гг.	1745-1763
Кельчигорская	1755	между 1763 и 1770 гг.	1795
Устьижемская	1755	между 1763 и 1766 гг.	1763-1766
Поромежская	1760	---	1782
Картаельская	1762	между 1763 и 1768 гг.	1763-1768
Кедвавомская	1765	между 1763 и 1768 гг.	1784
Косьельская	1790	упомянута в 1859 г.	1859
Щельская	1800	известна с 1840-х гг.	не позднее 1843 г.
Сюзская	1813	---	---
Порогская	1813	упомянута в 1846	---
Большепоженская	1813	---	---
Усть-Ухтинская	1812	1836	1799
Нерицкая	1755	1731	---
Устькожвиская	1770	упомянута в 1795	1795
Пилегорская	1770	1804	начало XIX в.
Няшабожская	1770	обозначена на карте 1846	1770
Усть-Усинская	1770	1782	1765
Щельягорская	1755	известна с начала 1840-х	1753
Брыкаловская	1795	1777	в XIX в.
Устьлыжинская	1813	обозначена на карте 1846	конец XIX в.
Новик-Божская	1838	1840	1840

Сравнивая эти данные, видим, что отличаются они незначительно. Дело в том, что при составлении Энциклопедии «Республика Коми» характеристики селений проводились разными авторами, которые пользовались разными источниками, например некоторые авторы (Бурьян М., Витязева О., Эрнст Ю) возможно использовали приведенный выше источник – статью Швецова. Некоторые села описаны И.Л. Жеребцовым, в этом случае данные Энциклопедии о времени возникновения совпадают с его книгой. Поскольку, сведения И.Л. Жеребцова взяты из ревизий, которые проводились периодически, возможно, данные Швецова, более конкретные. Некоторые

данные и в Энциклопедии непонятно откуда взялись. Мы не знаем какими источниками пользовался Швецов, но может быть взять его данные за основу?

Возникали деревни. Продолжалась жизнь, люди работали, зарабатывая себе пропитание на день насущный. Швецов приводит в своем очерке и сведения чем занимались, в основном местные жители:

«Зыряне – занимаются преимущественно оленеводством на Самоедских тундрах Мало- и Большеземельской, через посредство самоедов – и частью сами. Сверх того приобретают от Самоедь, пушные их промыслы. И перепродают их на Нижегородской ярмарке, на Пинежских: Никольской, и Благовещенской, Важской Вологодской губернии Яренского уезда и Евдокиевской Шенкурского уезда, где также продают в значительном количестве птичье перо, гусиный пух, и оленнюю шерсть. На Нижегородскую ярмарку Зыряне отправляются в конце июня рекою Ижмою, ее притоком рекою Ухтою, затем реками Шом-Ухтою, Емвою, Вычегдою, Сухоною до города Устюга, а оттуда сухопутно через город Никольск до Нижнего Новгорода. На Никольскую отправляются с 15 ноября, на Благовещенскую с 10 марта, на Евдокиевскую с 15 февраля и на Важскую с начала января.

Занятия Самоедь состоят в оленеводстве собственном и по найму у Зырян и в промысле пушных зверей [2, с. 96]». (Самоедь – современные ненцы; Зыряне, Ижемцы – современные Коми).

Выводы

Прошло более 150 лет, люди также на этой территории зарабатывают на хлеб, но занятия уже не столь однообразны, национальный состав населения стал более пестрым, но точных сведений о возникновении сел мы до сих пор не имеем.

Литература

- [1] *Истомин М.* Ижма // Памятная книжка Архангельской губернии на 1862 год. Архангельск, 1862. С. 130-144.
- [2] *Швецов.* Очерк промышленности Мезенского уезда // Памятная книжка Архангельской губернии на 1864 г. Архангельск, 1864. С. 94-117.
- [3] *Жеребцов И.Л.* Где ты живешь. Населенные пункты Республики Коми: историко-демографический справочник. Сыктывкар, 1994. 272 с.
- [4] Энциклопедия «Республика Коми» в 3-х томах. Коми книжное издательство Годы издания 1997-2000. 1448 с.

S u m m a r y. The article, based on publications of the 19th century and modern sources, is devoted to the history of the settlement of the territory of the Izhma River basin (a tributary of the Pechora), where mainly Zyryans (Komi) lived. The dates of the emergence of most of the settlements, the occupation of the population are given. There is an insufficient documentary basis for determining the dates of the emergence of settlements.

К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КАРТЫ ПИРИ РЕЙСА

А.М. Харитонов

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

ON THE PROBLEM OF THE ORIGIN OF THE PIRI REIS MAP

A.M. Kharitonov

Pacific Institute of geography Feb RAS, Vladivostok, Russia

Аннотация. Карта турецкого адмирала 1513 г. неоднократно привлекала внимание сторонников альтернативных вариантов современной истории. Современные историки обычно считают ее подделкой и потому не принимают во внимание. Однако исследования Г. Мензиса позволяют взглянуть на проблему происхождения карты с чисто географической точки зрения и объяснить ряд загадок, которые не может правильно истолковать историческая наука.

Ключевые слова: Австралия, Америка, Антарктида, Китай, пролив Дрейка.

Введение

Карта Пири-рейса (полное имя - Хаджи Мухиддин Пири ибн Хаджи Мехмед) была обнаружена в 1929 г. в Турции. В настоящее время в Стамбуле она не экспонируется публично, т.к. усилиями уже нескольких поколений историков ее пытаются представить научному миру как искусную подделку. Впрочем, сегодня считается, что для составления карты были использованы разные источники, в т.ч. античные. Изображенные на ней географические объекты способны порой поставить в тупик неопытного исследователя и даже подвигнуть его на высказывание весьма противоречивых и достаточно спорных предположений с точки зрения современной исторической и географической науки, следующей за историей в фарватере, особенно в свете современной истории географических открытий.

Регион исследований, объекты и методы

Действительно, на карте, относимой к 1513 г., изображены с достаточной точностью, чтобы быть признанными, побережья и некоторые внутренние области Северной и Южной Америки плюс Антарктида (последняя официально открыта только в 1820 г.). Однако пролив Дрейка, отделяющий Южную Америку от Антарктиды, на данной карте отсутствует. При этом ряд изображенных на карте территорий Америки также еще не были официально открыты по данным современной исторической науки на момент составления карты. Кроме того, на карте имеется изображение части Европы и Африки, которые были на тот момент хорошо известны географии средних веков.

Впрочем, посвященная данной карте статья Википедии, уже прямо не объявляет карту подделкой более позднего времени. Можно ли это считать признаком признания карты все же подлинной? На этот вопрос у нас нет однозначного ответа. Однако автор (авторы?) Википедии явно не знакомы с новейшими данными по теории географических открытий, которые были обнародованы на заседании Британского Королевского общества Г. Мензисом еще в 2002 г. [3], что способно объяснить некоторые загадки карты, которые

оказались не под силу объяснить современным исследователям. Жаль, что данный плодотворный на новые научные идеи ученый - моряк скончался в 2020 г.

Нельзя, однако, согласиться с мнением Википедии, что изображение Антарктиды встречается еще на древних картах. Ведь карты Оронтеуса Финиуса, Герарда Меркатора и других авторов явно не принадлежат древнему времени [2], а составлены несколько позднее карты турецкого адмирала. Автор данной работы неоднократно обращал внимание на то, что обычное изображение Антарктиды на подобных картах также сильно преувеличено по сравнению с современными картами.

Современные историки считают, что появление «неизвестной южной земли» на этих картах вызвано, в частности, попытками противопоставить сушу водному зеркалу океана вокруг северного полюса. Но как тогда быть с известным изображением Арктики в полярной проекции на карте Меркатора, где Северный Ледовитый океан представляет собой практически изображение сплошной суши? Но именно об этом что-то никто из историков обычно не упоминает.

Что действительно вызывает удивление, так это наличие на некоторых из этих изображений для Антарктиды, характерных для более северных по сравнению с ней и населенных земель. Однако это вовсе не означает, что Антарктида была свободна ото льда в недавнее время. Более того, географические представления античности и средних веков считали территории вокруг полюсов заведомо необитаемыми [1], так что древними подобные карты быть никак не могли.

Если же посмотреть на изображение в полярной проекции двух частей «Антарктиды» на карте француза Буаше, которая имеется в книге Г. Хэнкока [6] и которая выдается именно за изображение Антарктиды без ледяного покрова, то можно заметить некоторые натяжки у этого автора. Когда автор данной работы попросил внимательней разглядеть данную карту профессионального коллегу-географа, то тот также заметил сходство новоявленной «Антарктиды» с настоящей Terra Australia Incognita, т.е. территорией современной Австралии.

Получается, что во времена Буаше первоначальные представления об этом регионе вполне могли перекочевать на новое место жительства в более южные земли. Ведь для их обозначения использовалась та же терминология, что для Австралии прежде! Не переносом ли сведений о настоящей Австралии в Антарктиду мы обязаны появлением карт с ее изображением безо льда и густонаселенной? Согласитесь, что подобное из-за отсутствия сведений у географов более вероятно, чем изменение наклона земной оси, предлагаемое некоторыми дилетантами.

Обсуждение результатов

Из-за отказа в официальном признании карты турецкого адмирала, похоже, никто из историков и не обратил внимания на слова адмирала, что кое-какой материал для своей карты он получил от ... одного из моряков Колумба.

Перечитывая недавно популярные материалы о первой из экспедиций Колумба, автор данной работы заметил, что у одного из матросов по имени Родриго де Триана с флагманского корабля была большая обида на действия новоявленного адмирала. Ведь у этого впередсмотрящего Колумб отнял его законные 10000 мараведи, положенные тому, кто первый увидит берега нового континента.

Современный следователь из детективного сериала сказал бы по этому поводу, что у моряка был мотив совершить подобное преступление – передачу карты врагам. Удивительное дело – заглянув в известную биографию этого моряка в Википедии, мы обнаружили, что тот действительно переметнулся к неверным! Что это, как не возможное подтверждение слов турецкого адмирала?

Заодно подобная версия косвенно подтверждает возможное наличие у Колумба некоей весьма подробной карты мира, составленной какими-то мореходами и каким-то образом попавшей ему в руки через посредников. Заметим, что Колумб искал путь в западном направлении не только в Индию, но и в Китай. Путь в Китай искали и другие мореходы, исследовавшие для этого Северо-восточный и Северо-западный проходы к нему через Северный Ледовитый океан.

Правда, вероятность, что именно данный матрос Колумба стал информатором Рейса, мы оцениваем все же чуть ниже 100%. Не исключен случай, что кто-то воспользовался обидой моряка, чтобы его подставить вместо себя. Такое также случается в детективных сериалах. Ведь по иной версии жизни последнего подобного с ним не случилось.

Тогда стоило бы внимательней присмотреться к ближайшему окружению Колумба. Не имел ли Колумб в своем окружении каких-либо секретарей, которые вели его документацию? Ведь для того, чтобы найти нужную карту, если таковых было несколько, требуется, чтобы искатель был, по крайней мере, грамотным. Впрочем, де Триана таковым вполне мог быть. Скорее всего, он был потомком разорившегося дворянина, который был согласен быть даже простым матросом, но с целью получения определенных льгот в будущем при освоении Нового Света.

Стоило бы обратить внимание и на существование версии, что в числе монархов, которым Колумб предлагал организовать экспедицию в Новый Свет, числится и турецкий султан. Интересно, а где в это время исходя из возможности данной версии находился Пири- реис?

Кстати, карта французского ученого Буаше 1739 г. позволяет выявить вероятный источник ошибок у французского писателя Жюль Верна, когда его литературный «Наутилус» полным ходом движется под водой для покорения Южного полюса. Похоже Ж. Верн пользовался либо этой картой для южных морей, либо же другими картами, но составленными на ее основе или основе ее прототипа, где земли вокруг южного полюса расположены в океанической зоне.

Самым любопытным является отсутствие на карте Пири-реиса пролива Дрейка. Давайте припомним, что Магеллан, искавший проход из Атлантику в

будущий Тихий океан в 1520 г., искал некий пролив, ныне носящий его имя, даже не пытаясь проникнуть южнее, хотя путь вокруг мыса Горн намного удобнее извилистого Магелланова пролива.

Между тем точное значение широты прохода в Тихий океан Магеллану, как утверждают, было хорошо известно. А если у Магеллана тоже были карты Колумба, что попали до этого к туркам?

Исходя из преувеличенных изображений Антарктиды на картах тех времен, следует предположить, что южное полушарие в период его исследования неизвестными мореходами испытывало «волну холода», тогда как в полушарии северном наблюдался климатический оптимум.

Но в таком случае отсутствие пролива Дрейка на карте следует объяснять тем, что усиленная ледовитость Южного океана забила его плавучими льдами! По этой причине он и не был нанесен на карты. Вот этого варианта авторы статьи в Википедии явно не предусмотрели. Да и о плавании Магеллана, совпадающем по времени с появлением карты турецкого адмирала, они тоже забыли.

Впрочем, историки давно уже растащили одновременные события по разным национальным квартирам, что явно мешает совместному общегеографическому и историческому взгляду на последовательность событий в истории и географии.

Однако кто мог нанести на карты совершенно неизвестные земли, помимо европейских мореплавателей? До недавних времен никто так даже не ставил вопроса. Лишь Г. Мензис предположил, что этими мореплавателями могли быть китайские мореходы. Ведь Китай начала XV века был мощной морской державой. Его парусные суда по размерам не уступали некоторым современным металлическим! Правда, расплатой за строительство мощного флота стала постоянная нехватка леса в Китае вплоть до настоящего времени.

Официальная история признает за китайскими моряками возможность плавания вплоть до восточных берегов Африки. Однако Г. Мензис предполагал, что экспедиция 1421 г. из Китая исследовала также до того неизвестные земли Австралии, Америки, Антарктиды и Сибири и нанесла их изображения на карты. Наши исследования подтверждают высокую вероятность подобного мнения [4].

Г. Мензис также заметил, что в период плавания китайских экспедиций уровень мирового океана был несколько ниже обычного. Это согласуется с нашими выводами о повышенной массе льда в южном полушарии. Ведь именно в Антарктиде сосредоточена большая часть воды в составе ледников. Их здесь примерно в 10 раз больше, чем в северном полушарии. Так что повышенная ледовитость Южного океана обязательно бы привела к понижению уровня всего Мирового океана за счет скопившейся во льдах влаги [5].

Таким образом, подтверждается и высокая эффективность общегеографических исследований, если они проводятся самостоятельно без оглядки на геополитические выводы исторической науки, заиклившейся на европоцентризме.

Выводы

Проблемы исторического и географического характера, возникающие при рассмотрении происхождения карты Пири-реиса, в нашем случае подчеркивают различия, которые возникают при их анализе общегеографическими и общеисторическими методами расследования.

Если исходить из исторических принципов исследования, то, кстати, достаточно приличное на наш взгляд изображение Азиатской России можно найти на карте мира Вальдземюллера от 1507 г., тогда как собственно исследование Сибири русскими землепроходцами началось лишь в конце XVI века. Почему бы в таком случае, по принципу прецедента, как и в случае с картой турецкого адмирала, не рекомендовать также объявить ее подделкой, вызванной попыткой объяснить происхождение названия «Америка» (впервые появилось именно на этой карте мира)?

А вот признание подлинности карты 1513 г. и ее толкование в свете теории Г. Мензиса могло бы сильно подпортить настроение сторонникам инопланетного характера нашей цивилизации, выбив из их рук едва ли не козырную карту, с которой частенько начинаются порой их скоропалительные выводы. Это, например, помогло бы выяснить, кто научил эскимосов и представителей некоторых народов Сибири высокому картографическому мастерству, которое удивляло европейских мореходов и т.п. этнографические загадки. Впрочем, учитывая консерватизм исторической науки, вряд ли стоит серьезно на это рассчитывать.

Литература

- [1] *Аристотель*. Сочинения. В 4-х т. Т. 3: Перевод / Вступ. статья и примеч. И.Д. Рожанский. М.: Мысль, 1981. 613 с
- [2] *Багров Л.* История картографии. М.: ЗАО Центрполиграф, 2004. 320 с.
- [3] *Мензис Г.* 1421 – год, когда Китай открыл мир. - М.: Эксмо, Яуза, 2006. 640 с.
- [4] *Харитонов А.М.* Новая теория Великих географических открытий и ее возможное влияние на развитие других наук // География и смежные науки. LXI Герценовские чтения. – СПб.: Тесса, 2008. – С.170-181.
- [5] *Харитонов А.М.* О некоторых возможных региональных особенностях климатического оптимума средних веков // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3-5 октября 2019 г.) / Под общ. редакцией С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 1. – С.308-310.
- [6] *Хэнкок Г.* Следы богов. - М.: Эксмо, 2005. 720 с.

S u m m a r y. The map of the Turkish admiral of 1513 has repeatedly attracted the attention of supporters of alternative versions of modern history. Modern historians usually consider it a fake and therefore do not take it into account. However, the research of G. Menzies allows us to look at the problem of the origin of the map from a purely geographical point of view and explain a number of mysteries that historical science cannot correctly interpret.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕСЧАНЫХ И СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ, ОПИСАННЫХ В «КНИГЕ О РАЗНООБРАЗИИ МИРА» МАРКО ПОЛО, И ЦЕНТРАЛЬНО-ЯКУТСКОЙ РАВНИНЫ

В.Е. Чемезов

г. Якутск, v.chemezov@mail.ru

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SAND AND STEPPE LANDSCAPES DESCRIBED IN MARCO POLO'S BOOK ON THE MARVELS OF THE WORLD WITH THOSE OF THE CENTRAL YAKUTIAN LOWLANDS

V.E. Chemezov

Yakutsk

Аннотация. Автор рассматривает сведения венецианского купца Марко Поло о песчаных и степных странах, находящихся, согласно карте Азии Меркатора, в северо-восточной Азии, в сравнении с современными географическими данными о ландшафтах Центрально-Якутской равнины. В статье приведены также собственные полевые наблюдения автора.

Ключевые слова: Марко Поло, карта Азии Герарда Меркатора, пески, степь, пустыня Лоб, Центрально-Якутская равнина, тукуланы, аласы.

Введение

Марко Поло, венецианский купец, в течение 25 лет состоял на службе у татарского Великого хана Хубилая (правнука Чингисхана) в качестве его посланника в разные страны. Поэтому в книге Поло приведены обширные и, в большинстве, достоверные географические сведения о странах, которые он посетил [7].

Считается, что Марко Поло не составлял карты стран, в которых он побывал за время службы у Великого хана и описал в своей книге. Но, карты известного фламандского картографа Герарда Меркатора, опубликованные в 1595 году, удивительным образом соответствуют «Книге о разнообразии мира» Марко Поло.

Работа автора, представленная на научно-практической конференции «Герценовские чтения» «География: развитие науки и образования» в 2020-м году, показывает, что на карте Азии Меркатора отмечены все объекты добычи полезных ископаемых в восточных странах, сообщённые Марко Поло в своей книге [9]. И эта же карта Меркатора достаточно хорошо сопоставляется с современной картой Восточной Сибири и Дальнего Востока России [10], что позволяет изучать объекты (географические, геологические), описанные Марко Поло, с привлечением современных данных.

В настоящей статье автор рассматривает сведения Поло о песчаных и степных странах, находящихся, согласно карте Азии Меркатора [1], в северо-восточной Азии, в сравнении с современными географическими данными о ландшафтах Якутии.

Объект и методы изучения

Объектом изучения в настоящей статье являются сообщения Марко Поло о песках, имеющих в областях Хотан (Глава LIV), Пеин (Глава LV), Чиарчиан (Глава LVI), с одноимёнными главными городами, и степи, тянущейся на

восток и северо-восток от города Лоб (Главы LVII, LVIII и LIX) на тридцать дней пути [7].

По мнению автора, в комментариях к «Книге о разнообразии мира» в ряде случаев преобладают стереотипы, искажающие истинный смысл сведений, приведённых Марко Поло [7. Вступительная статья]. Так, описывая вышеперечисленные области, Поло говорит о песчаной стране, а не о песчаной пустыне, и отмечает наличие большого количества городов и городков, которых в принципе не может быть в пустыне. Поэтому автор считает, что комментаторы необоснованно отнесли города Хотан, Пеин, Чиарчиан и Лоб к пустыне Такла-Макан.

Для определения мест расположения городов, песков и степи из сообщений Марко Поло на современной карте России, автор статьи выполнил следующие работы:

1. Визуальное сопоставление карты Азии Меркатора (в части, изображающей северо-восток Азии) с современной картой России (в части, изображающей Якутию), с отметкой на современной карте предположительных мест расположения городов из сообщений Марко Поло.

2. Изучение научной и научно-популярной литературы о ландшафтах и рельефе Якутии, имеющих отношение к рассматриваемому объекту.

3. Выполнение полевых наблюдений в районе предположительного нахождения городов Пеин и Чиарчиан с проведением их фотосъёмки.

Обсуждение результатов

- 1) На карте Меркатора в среднем течении реки *Orebardes flu*, в районе впадения двух правых безымянных притоков, на левом берегу реки *Orebardes flu* изображены города *Cotam* и *Reim*, на правом берегу реки – города *Chiartia* и *Lop* (рис. 1). Предположительно, в книге Марко Поло они представлены как Хотан, Пеин, Чиарчиан и Лоб.

Автор, основываясь на свой метод сопоставления карт Меркатора с современной картой России [10], определил, что река *Orebardes flu* соответствует реке Лена, а её правыми безымянными притоками являются реки (снизу-вверх относительно направления течения реки Лена) Суола и Тамма. Эти реки являются наиболее крупными, после реки Алдан, правыми притоками реки Лена в её среднем течении. По их долинам с середины XVII века (возможно, и раньше) до середины XX-го века функционировали пути сообщения с населёнными пунктами, находящимися на обширном пространстве Лено-Алданского междуречья и на побережье Охотского моря [4]. Поэтому изображение на карте Меркатора рек Суола и Тамма, как существовавших путей сообщения, наиболее вероятно.

Город *Reim* (Пеин) мог располагаться на месте современного города Якутск (на левом берегу реки Лена, напротив мест впадения рек Суола и Тамма). Место расположения города *Cotam* (Хотан) автор предполагает, относительно Якутска, как выше по течению, на левом берегу реки Лена, на расстоянии 130-200 км*, условно, в районе города Покровск.

Места нахождения городов Chiartia (Чиарчиан) и Lop (Лоб) на современной карте автор определил относительно реки Суола.

Город Chiartia располагался на берегу реки Лена, выше устья реки Суола. Весьма возможно, что место его нахождения сейчас унаследовано посёлком Нижний Бестях, откуда осуществляется переправа через реку Лена в город Якутск.

Город Lop (Лоб) мог находиться в бассейне реки Суола, от посёлка Нижний Бестях на расстоянии, примерно, 100-150 км* в северо-восточном направлении.

* - предположительное расстояние между городами автором рассчитано, исходя из количества дней пути, приведённого в книге Марко Поло, и расстояния 20-30 км, проходимого в день караваном (Википедия).

Фрагмент современной карты с предположительными местоположениями объектов с карты Меркатора представлен на рисунке 2.

2) Пустыня Лоб (на карте Азии Меркатора – Defertu Lop) на современной карте находится на Лено-Алданском междуречье, являющемся восточной частью Центрально-Якутской равнины.

Центрально-Якутская равнина расположена по среднему течению реки Лены, среднему и нижнему течению рек Вилюя и Алдана в зоне тайги [6] (Рис. 2). Она является областью интразональных ландшафтов и включает в себя обширные песчаные пустыни (тукуланы) и участки степей [5].

Тукуланы развиты в бассейнах среднего течения реки Лена, нижнего течения реки Вилюй и их притоков [8].

Начиная с 2012 года по настоящее время проводится систематическое научное изучение тукуланов Центральной Якутии Институтом мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН (г. Якутск).

Сотрудниками института на основе дистанционного и полевого картографирования установлено большое разнообразие аккумулятивных и дефляционных форм эолового рельефа [2, 3] (рис. 3).

Аккумулятивные формы представлены массивами параболических и копьевидных песчаных дюн.

Среди дюнных образований по степени активности и относительному возрасту выделяются незакрепленные (перевеиваемые) и закрепленные (заросшие, преимущественно, парковыми сосново-березовыми лесами).

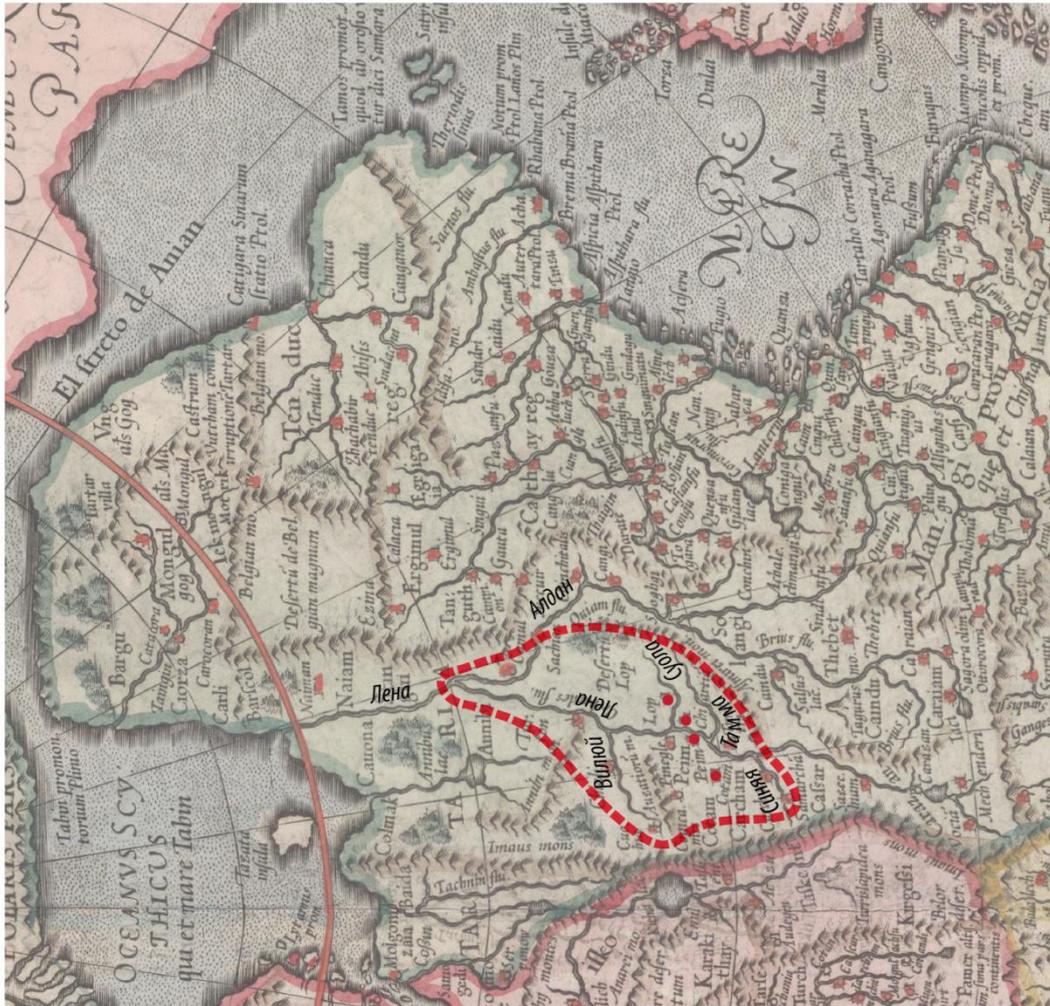
Дюнные массивы в Центральной Якутии занимают площадь около 67 тыс. км², в том числе: 3200 км² незакрепленные дюны и около 64 тыс. км² – закрепленные дюнные массивы.

«Дефляционные образования представлены уступами и поверхностями дефляционного среза, котловинами и желобами (коридорами) выдувания, сквозными дефляционными долинами, ориентированными гривами, а также аэродинамическими останцами, полями развития ветрогранников» [2].

Степные ландшафты распространены в Центрально-Якутской равнине по долинам рек Лена, Вилюй, Амга, по котловинам и склонам южной экспозиции аласов, широко развитых в Лено-Алданском междуречье [5]



Рис. 1. Фрагмент карты Азии Герарда Меркатора. Кругами красного цвета отмечены города Сотап (Хотан), Реім (Пейн), Chiartia (Чиарчиан), Лор (Лоб). Красным пунктиром обведена площадь Центрально-Якутской равнины. Составил: автор.



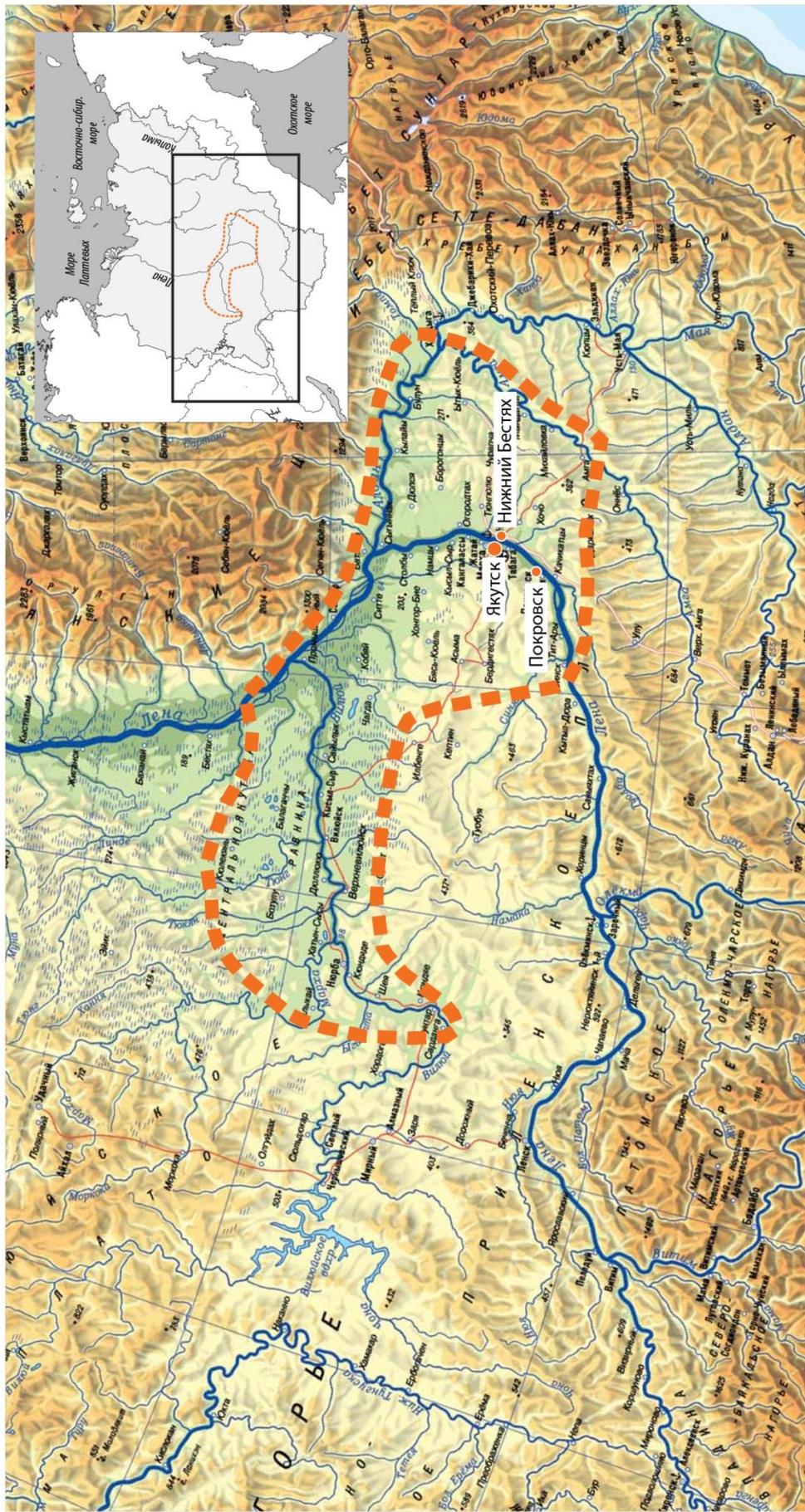


Рис. 2. Фрагмент современной карты России. Кружками красного цвета отмечены города Покровск, Якутск, посёлок Нижний Бестях. Красным пунктиром обведена площадь Центрально-Якутской равнины. Составил: автор.

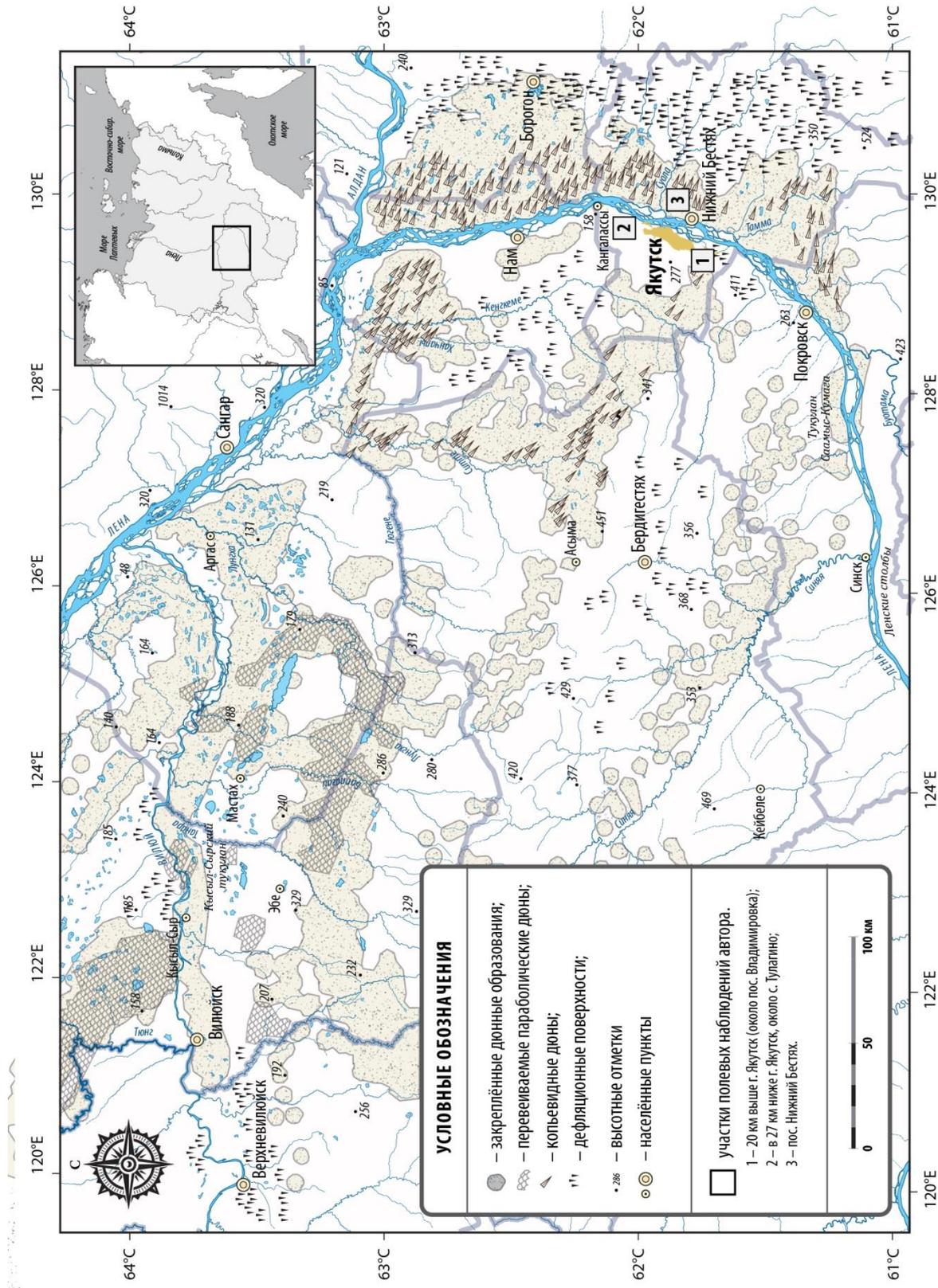


Схема расположения дюнных образований Центральной Якутии (с использованием данных «Схемы дешифрирования и полевого изучения дюнных образований Центральной Якутии» (Галанин А. А.)).

3) Автор провёл полевые наблюдения с производством фотосъёмки: 1) в окрестностях города Якутск, 2) в посёлке Нижний Бестях и его окрестностях.

В окрестностях города Якутск (предположительное место нахождения города Пеин (Peim)) наблюдения проведены на левобережной первой надпойменной террасе долины реки Лена в 20-30 км ниже и выше по течению от города. Вся площадь надпойменной террасы представляет собой широкую степь с небольшими кустарниково-берёзовыми лесами, растущими узкими полосками вдоль стариц и ручьёв.

Терраса долины реки Лена сложена песчано-гравийно-галечными и песчаными отложениями, перекрытыми маломощными (0,1-0,8 м) почвенно-растительным слоем и торфяно-илистыми образованиями. Местами почвенно-растительный слой и торфяно-илистые образования отсутствуют, и на дневную поверхность выходят пески.

В посёлке Нижний Бестях (предположительное место нахождения города Чиарчиан (Chiartia)) и его окрестностях наблюдения проведены на высокой надпойменной террасе долины реки Лена, названной сотрудниками Института мерзлотоведения «Тюнгулинской террасой». Согласно результатам их работ, на поверхности террасы развит эоловый дефляционно-аккумулятивный рельеф [2, 3].

В окрестностях и на территории посёлка расположены гряды и цепочки копьевидных дюн, закреплённых сосновым лесом, и разделённых желобами выдувания.

Выводы

1. Пески между городами Хотан, Пеин и Чиарчиан, отмеченные Марко Поло, могут соответствовать дефляционной поверхности левобережной первой надпойменной террасы реки Лена между городами Покровск и Якутск.

2. Пески между городами Чиарчиан и Лоб могут соответствовать массивам копьевидных дюн «Тюнгулинской террасы», не закреплённым во время описания их Марко Поло.

3. Пустыня Лоб, определяемая Марко Поло и как степь, может соответствовать Центрально-Якутской равнине, включающей в себя обширные песчаные пустыни (тукуланы) и участки степей в долинах рек и многочисленных аласах.

Литература

[1] Atlas cosmographicae (Mercator) 039.jpg [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_\(Mercator\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_(Mercator))

[2] *Галанин А.А.* Эоловый рельеф холодных регионов Восточной Сибири: вопросы генезиса и классификации. В сборнике: XXXVI пленум Геоморфологической комиссии Российской академии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 95-102.

[3] *А.А. Галанин, М.Р. Павлова.* Позднечетвертичные дюнные образования (дьюлкуминская свита) в Центральной Якутии (Часть 1). Научный журнал Криосфера Земли, 2018, т. XXII, № 6, с. 3–15. <http://www.izdatgeo.ru>

- [4] *Казарян П.Л.* Первый тракт на Северо-Востоке России. Научно-популярный журнал «Наука и техника в Якутии». 2006. № 2(11), с. 50-57. <http://st-yak.narod.ru>
- [5] *Максимов Г.Н.* Родная Якутия: природа, люди, природопользование. / Науч. ред. канд. геогр. наук М.Ю. Присяжный. – Якутск: Бичик, 2003. – 168 с. С. 42-44.
- [6] *Мостахов С.Е., Некрасов И.А., Дмитриева З.М., Калмыкова А.И.* Якутская АССР (краткий географический словарь-справочник). Якутск: Кн. Изд-во, 1980.-184 с., ил.- С. 168.
- [7] *Поло М.* Книга о разнообразии мира / Марко Поло; пер. со ст.-фр. И. Минаева. – СПб.: Азбука, Азбука-Аттикус, 2018. – 576 с. – (Азбука-классика. Non-Fiction).
- [8] *Скрябин С. З., Караваев М. Н.* Зеленый покров Якутии (научно-популярное издание) – Якутск: Кн. Изд-во, 1991. 176 с., ил. С. 71-76, 126-135.
- [9] *Чемезов В.Е.* Отражение минерагенических таксонов Восточной Сибири и Дальнего Востока России в «Книге о разнообразии мира» Марко Поло / Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения 22-25 апреля 2020 года. Ответственные редакторы: С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. 2020. С. 486-493.
- [10] *Чемезов В.Е.* Опыт сопоставления карт Герарда Меркатора с современной картой северо-востока России / Коллективная монография по материалам Всероссийской, с международным участием, научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения 18-21 апреля 2019 года. Ответственные редакторы: С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена. 2019. С. 518-524.

S u m m a r y. The author examines the information provided by the Venetian merchant Marco Polo about the desert and steppe countries located, according to the map of Asia by Mercator, in northeast Asia, and compares it with modern geographical data on the landscapes of the Central Yakutian Lowlands. The article also contains the author's own field observations.

ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ БЫВШЕГО СССР

О.В. Шульгина

МГПУ, г. Москва, Olga_Shulgina@mail.ru

HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL STUDY OF THE TRANSFORMATION OF DEMOGRAPHIC PROCESSES IN THE POST-SOVIET SPACE OF THE FORMER USSR

O.V. Shulgina

Moscow City Pedagogical University, Moscow

Аннотация. Рассмотрены факторы и особенности развития демографических процессов в республиках бывшего СССР за 30 лет их суверенизации. Проанализированы: динамика численности населения, изменения показателей естественного движения и продолжительности жизни. Результаты сравнительного анализа проиллюстрированы диаграммами.

Ключевые слова: постсоветское пространство, страны бывшего СССР, демографические процессы, динамика численности населения, рождаемость, смертность.

Введение

Тридцатилетний период суверенизации стран бывшего СССР – довольно продолжительный этап в их социально-экономическом развитии. После распада единого советского пространства, каждая страна выбрала свои ориентиры и свою траекторию самостоятельного существования. Каждая из них достигла определенных успехов и по-разному пережила годы кризисов. Все это несомненно отразилось на развитии демографических процессов, историко-географическое осмысление которых на временном промежутке с 1991 по 2021 гг. является актуальной научной проблемой.

Объекты и методы

Объектом исследования является постсоветское пространство бывшего СССР. Предметом – сопоставление динамики демографических процессов в странах бывшего Советского Союза. Материалами для исследования послужили статистические данные Госкомстата СССР [4], Росстата [6], и зарубежные статистические источники [3]. В работе использованы историко-географический [8], статистический, картографический методы исследования, позволившие осуществить пространственно-временной сравнительный анализ изменения основных демографических показателей на исследуемой территории.

Обсуждение результатов

Вопросы социально-экономического развития стран бывшего СССР, рассматривались в научных трудах и публикациях экспертов, приуроченных особенно к двадцати- и двадцатипятилетию распада СССР [1, 2, 5, 7]. Однако пристального изучения проблем демографического развития на пространстве

бывшего СССР за рассматриваемый период в этих трудах, и уж тем более за тридцатилетний период пока не проведено.

Прежде всего рассмотрим, как изменились в целом демографические показатели постсоветского пространства бывшего СССР за тридцатилетний период: численность населения, рождаемость, смертность, ожидаемая продолжительность жизни, средний возраст населения. Сразу оговоримся, что в настоящее время это пространство если и объединяется, то более всего своим прошлым, и рассматривается в данном случае как один из историко-географических регионов. На рис. 1 показано изменение демографических показателей в %: данные за 1990 г. приняты за 100%.

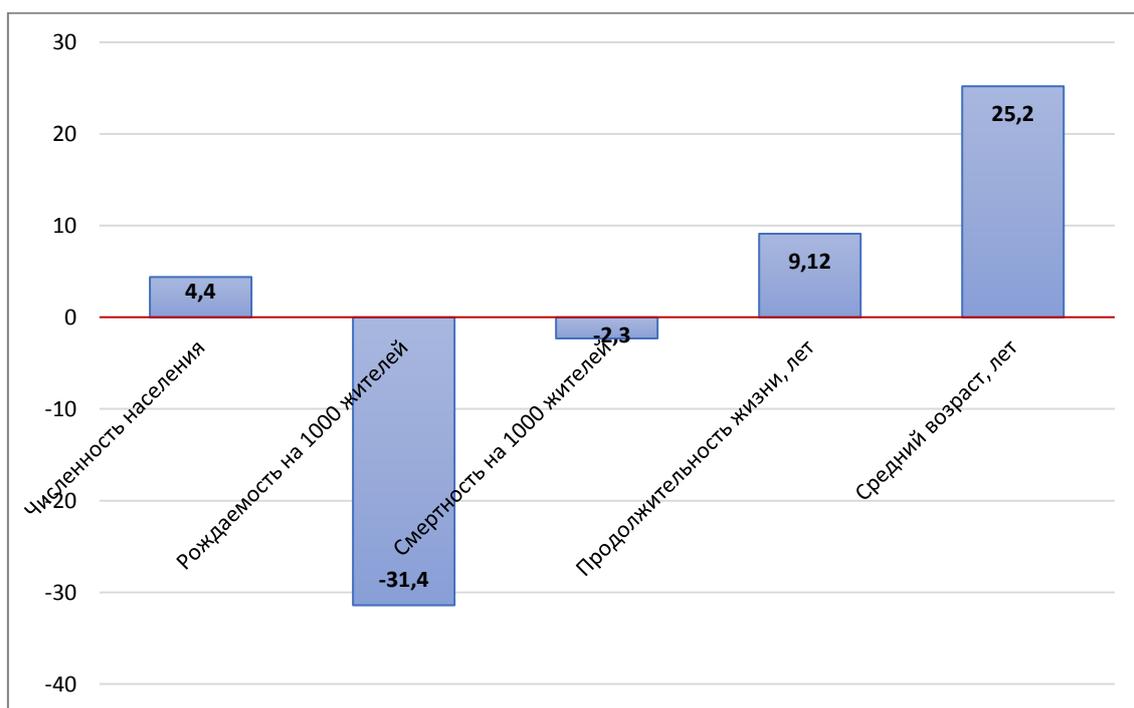


Рис. 1. Изменение демографических показателей на пространстве бывшего СССР: 1990 г. в % к 2020 г. по данным [3].

Судя по диаграмме, на рассматриваемой территории в целом большинство демографических показателей имеет положительную динамику. Немного увеличилась общая численность населения, продолжительность жизни людей, снизилась смертность и вырос почти на четверть средний возраст жителей. Однако уровень рождаемости сократился почти на треть. В целом можно говорить о общеевропейских трендах в развитии демографической ситуации. Однако пространство бывшего СССР очень неоднородно. Страны, расположенные на этой территории, имеют разные векторы социально-экономического развития, к тому же их постсоветское суверенное существование началось с различных стартовых позиций, что наложило неизбежный отпечаток на динамику демографических показателей.

Рассмотрим изменение численности населения в бывших республиках СССР за пошедшее 30-летие (рис. 2). Лишь в шести странах бывшего СССР за

рассматриваемый период численность населения возросла. Наибольший рост отмечен в центральноазиатских республиках: в Таджикистане (на 80,5%), в Узбекистане (на 66%), в Туркменистане (на 63,7%), в Киргизии (на 49,5%). В этих республиках наряду с все еще традиционно высокой рождаемостью, снижалась смертность населения, что и привело к значительному росту числа жителей. Выросла численность населения в Азербайджане (на 41,4%), а также в Казахстане (на 14,5%).

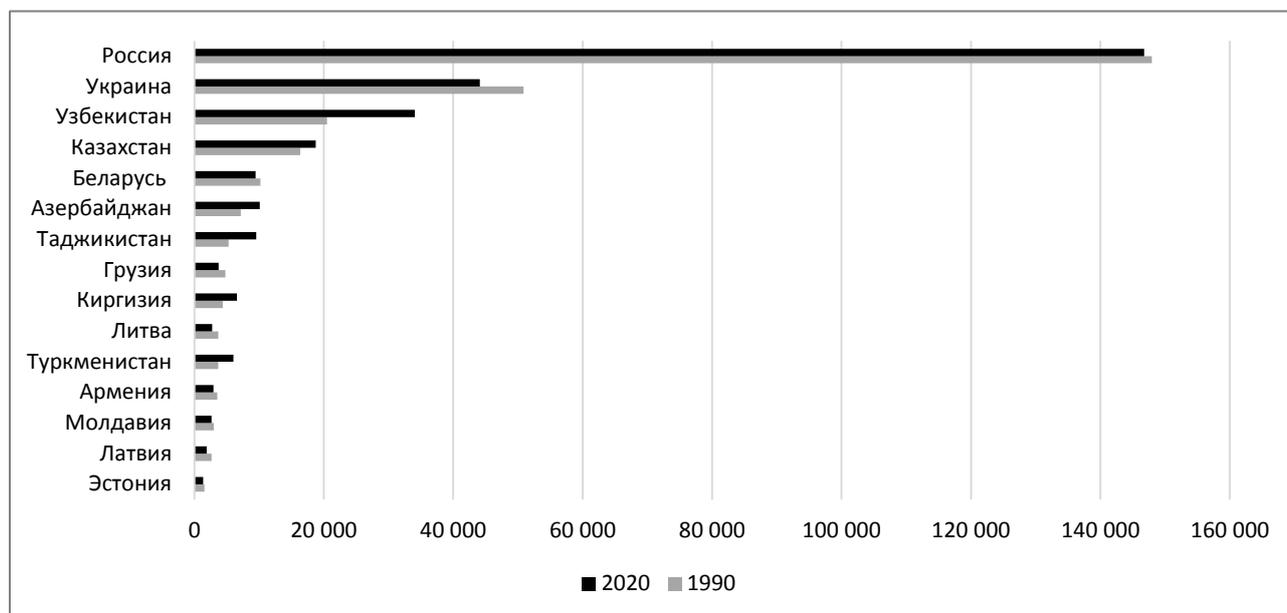


Рис. 3. Изменение численности населения стран бывшего СССР с 1990 по 2020 г., тыс. человек по данным [3].

В остальные девяти государствах произошел спад численности населения. Наибольшее в процентном отношении значения снижения числа жителей наблюдалось в странах Балтии – в Латвии (на 29%) в Литве (на 26%), а также в двух республиках Закавказья – в Грузии (на 23%) и в Армении (на 16%). Помимо снижения рождаемости в этих странах значительную роль в динамике численности населения сыграли миграции: отток населения, вызванный социально-экономическими и политическими причинами.

Рассмотрим динамику рождаемости населения в странах бывшего СССР за прошедшие тридцать лет (рис. 4)

На данном рисунке четко просматривается тенденция снижения рождаемости во всех странах постсоветского пространства бывшего СССР. Тем не менее, как уже отмечалось, в рейтинге этих стран по уровню рождаемости ведущее место занимают центральноазиатские республики.

Первые строчки в этом рейтинге в 1990 г. занимали страны со значительной долей пожилого населения в общем числе жителей и со сравнительно высокими показателями ВВП на душу населения [8]: Латвия, Эстония, Украина, Россия, Беларусь, Литва. В этой же группе был и Таджикистан, экономически менее развитое в те годы государство, которое к 2020 г. демонстрирует значительные успехи в темпах снижения смертности

населения. А первые строчки рейтинга стран по смертности жителей занимают в порядке убывания Украина, Латвия, Литва, Россия, Грузия, Беларусь, Эстония.

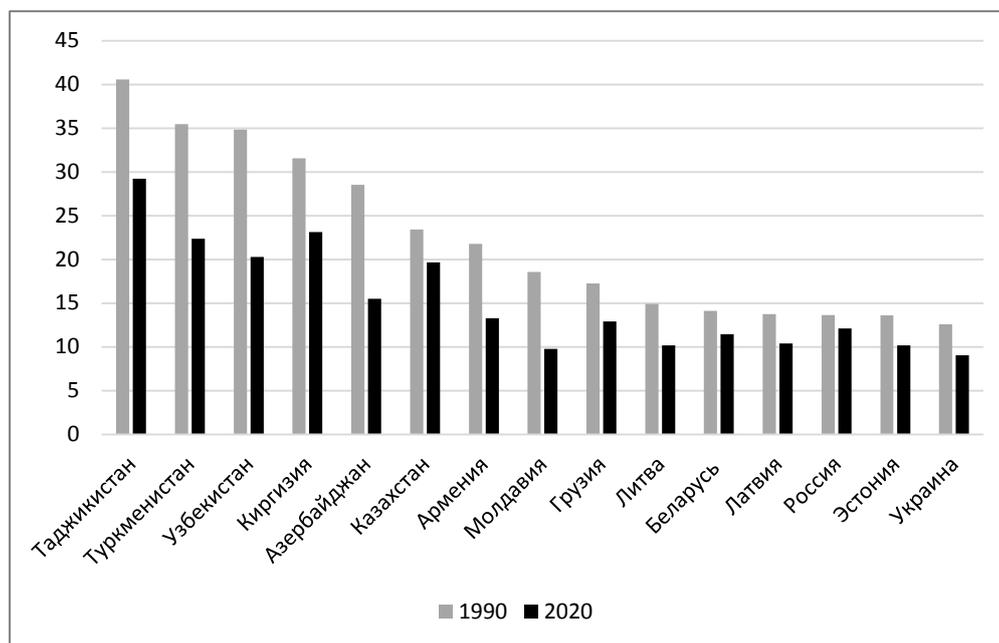


Рис. 4. Изменение рождаемости в странах бывшего СССР с 1990 по 2020 г., рождений на 1000 населения по данным [3].

По уровню смертности населения рейтинг стран бывшего СССР отражает иную картину (рис. 5).

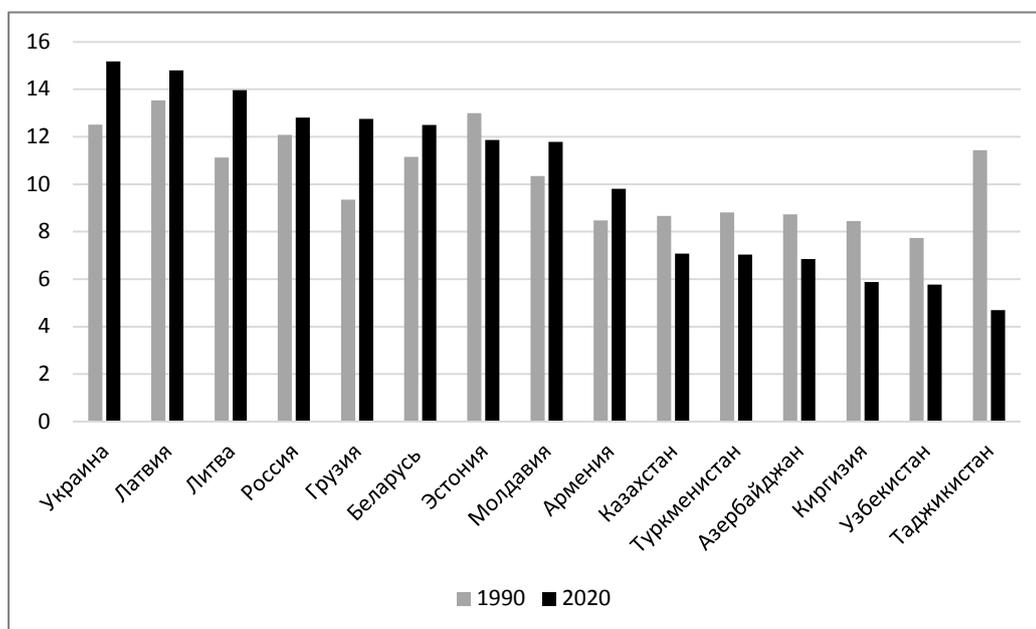


Рис. 5. Изменение смертности в странах бывшего СССР с 1990 по 2020 г., число смертей на 1000 населения по данным [3].

Наиболее емким показателем, отражающим результаты социально-экономического и, в том числе, демографического развития является ожидаемая продолжительность жизни людей при рождении (рис. 6).

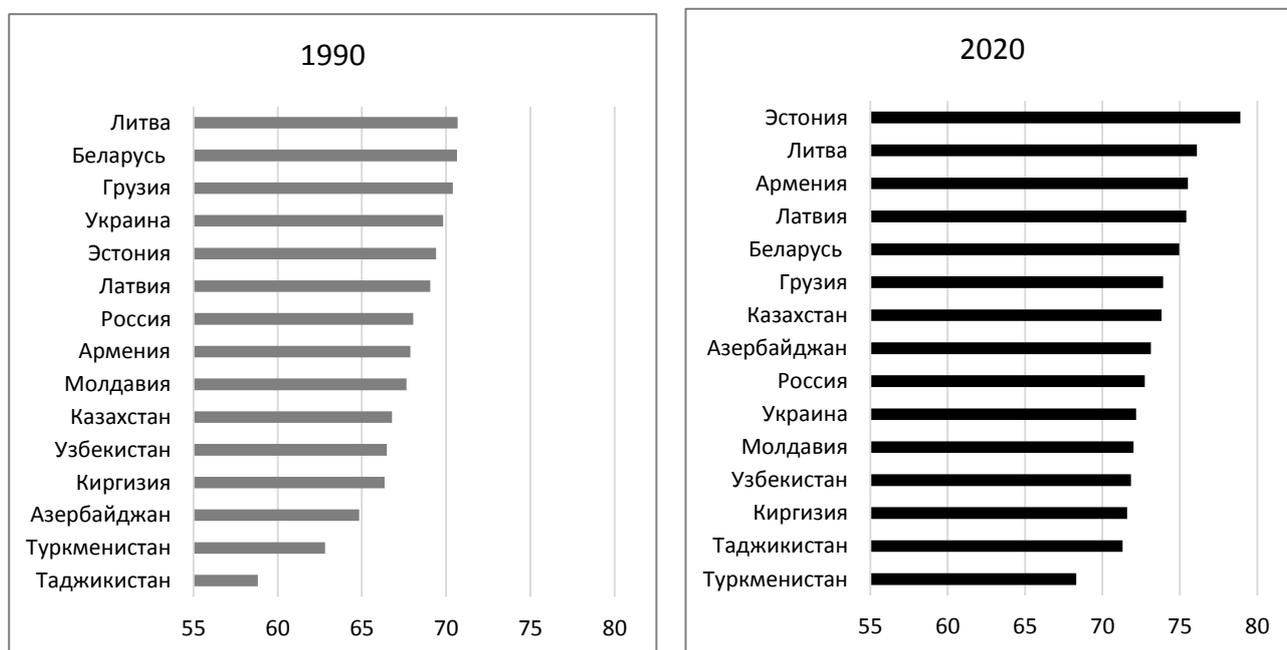


Рис. 6. Сопоставление рейтингов стран бывшего СССР по продолжительности жизни населения в 1990 и 2020 гг. по данным [3].

Здесь видно, сколь больших успехов в построении социально ориентированных государств достигли за тридцатилетний период некоторые страны бывшего СССР. Например, Эстония, занимавшая в 1990 г. пятое место по продолжительности жизни населения, переместилась на первое, Армения – с восьмого места на третье, Казахстан – с десятого на седьмое. А некоторые страны (например, Беларусь, Россия, Украина, Грузия), к сожалению, уступили свои позиции в этом рейтинге.

Выводы

Историко-географический статистический анализ изменения демографической ситуации в странах бывшего СССР за прошедшее тридцатилетие позволил выявить региональные особенности и факторы демографического развития. Главные из них: стартовые позиции государств в 1990-е гг., выбранные ориентиры социально-экономического развития, миграционная подвижность жителей, достигнутые успехи в повышении уровня жизни населения. По динамике демографических процессов за тридцатилетний период отчетливо выявляются следующие группы стран: страны Балтии (Латвия, Литва, Эстония), страны общего соседства с ЕС (Белоруссия, Украина, Молдова), кавказские республики (Азербайджан, Армения, Грузия), центральноазиатские страны (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан).

Литература

- [1] Без СССР: как развивались бывшие союзные республики. – URL: <https://absoluttv.ru/8937-komu-bez-sssr-zhit-horoshito-razvitiya-byvshih-soyuznyh-respublik-za-25-let.html> (дата обращения: 07.03.2020).
- [2] Двадцать лет разделенного единства: экспедиционные записки: монография. – Смоленск: Ойкумена, 2012. – 384 с.
- [3] Мировой Атлас данных. Демография. – URL: <https://knoema.ru/atlas/topics/> (дата обращения: 25.02.2021).
- [4] Народное хозяйство СССР в 1990 г.: Статистический ежегодник/ Госкомстат СССР. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 752 с.
- [5] Постсоветское пространство: двадцать лет перемен: монография / Под ред. В.Л. Бабурина. – Смоленск: Универсум, 2013. – 300 с.
- [6] Россия и страны мира. 2018: Стат. сб. - М.: Росстат., 2018. – 375 с. – URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b18_39/Main.htm (дата обращения: 25.02.2021).
- [7] Социально-экономическое развитие постсоветских стран: итоги двадцатилетия. – М.: ИЭ РАН, 2012. – 400 с.
- [8] *Шульгина О.В.* Историческая география России XX века: социально-политические аспекты. – М.: МГПУ, 2003. – 252 с.

S u m m a r y. The factors and features of the development of demographic processes in the republics of the former USSR over the 30 years of their sovereignization are considered. Analyzed: the dynamics of the population, changes in indicators of natural movement and life expectancy. The results of the comparative analysis are illustrated by diagrams.

CONTENT

TEACHER OF GEOGRAPHY AND CIVILIZATION DEVELOPMENT

<i>Sukhorukov V.D.</i> Educational opportunities of modern geography.....	8
<i>Vampilova L.B.</i> Theoretical and methodological foundations of historical geocology.....	13
<i>Golubchikov Yu.N.</i> On the methodological potential of teleological dogma.....	19
<i>Grigoriev A.I.A.</i> Critical approach of geographers of the Herzen University to one of the myths of geography.....	24
<i>Mitrofanova T.L., Grishaeva Y.M., Tkacheva Z.N.</i> About approaches to the organization of educational activities in the geographical and environmental education of schoolchildren.....	28
<i>Retejum A.Yu.</i> Synchronicity and asynchrony of biosphere processes in northern latitudes.....	34
<i>Rozanov L.L.</i> Geocological aspect of the new version of the Constitution of the Russian Federation	43
<i>Semenov Yu.M., Snytko V.A.</i> The methodology of landscape science.....	48
<i>Subetto A.I.</i> Responsibility of science and religion in «space» noosphere strategy of survival of humanity in the XXI century.....	54
<i>Khlebosolova O.A., Huseynov A.N.</i> Transformation of the content of educational Geographical disciplines during the transfer of universities to distance learning.....	64

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS AND METHODS OF RESEARCH

<i>Anokhin V.M., Dudakova D.S., Aksenov A.O., Dudakov M.O.</i> Distribution of surface bottom sediments in the northern part of the Ladoga lake.....	68
<i>Anokhin V.M., Egorov A.Y., Aksenov A.O., Dudakova D.S.</i> Some problems of geomorphological mapping of the Ladoga lake bottom.....	73
<i>Vasiliev M.P.</i> Impact of current and forecasted climate change on the state of terrestrial ecosystems in the Northwestern region of Russia.....	79
<i>Vasiliev M.S.</i> State of transparency of the atmosphere in central Yakutia according to the data of a sun sky photometer in the spring-autumn period 2018.....	84
<i>Goretskaya A.G., Toporina V.A.</i> Urban and garden complexes as elements of public space.....	88
<i>Gorlysheva S.A., Tjurin S.V.</i> Aerial photography with UAV for monitoring and analyzing the development of urban districts ' territories.....	91
<i>Gubin V.N., Arkhipenko T.V.</i> Space methods for studying active geodynamic zones in engineering and environmental surveys.....	95
<i>Ivanova V.V., Tyurin S.V.</i> Detection and analysis of long-period movements of the permanently active GNSS base stations.....	100

<i>Ivanova U.R., Skok N.V.</i>	
Research of landscapes of specially protected natural territories by phenological methods.....	104
<i>Kagan M.B., Pozdnyakova N.A.</i>	
Usage of Landsat 8 thermal bands for urban temperature measurements on the example of Saint Petersburg.....	108
<i>Kondratov N.A.</i>	
Strategic directions for the development of hydrometeorology and related sciences in Russia.....	112
<i>Kulikov V.F., Shelukhina O.A.</i>	
Impact of climatic processes on development of cryolithozone of Yamal peninsula...	117
<i>Magritsky D.V.</i>	
Problems of providing the hydrological information for scientific and applied activities and the proposals for their solution on the example of the North-East of ATR.....	123
<i>Makunina G.S.</i>	
Revising the problem of studying the geochemistry of cryogenic processes in permafrost landscapes.....	128
<i>Maslikova O.Ya., Gritsuk I.I., Ionov D.N.</i>	
Investigation of characteristics of channel erosion on meandering rivers of the permafrost.....	133
<i>Mikhnevich G.S., Krechik V.A., Krek A.V., Danchenkov A.R.</i>	
Influence of submarine groundwater discharge on the formation of marine ecosystems.....	138
<i>Pavlovskii A.A., Shamshurin V.I.</i>	
On the climatic justification of planning of the coastal territories of St. Petersburg.....	143
<i>Potakhin M.S., Tolstikov A.V., Bogdanova M.S., Georgiev A.P., Georgievsky I.Yu., Potakhin S.B.</i>	
Studying of waterfalls of the European north of Russia by the expedition of the department of the Russian geographical society in the republic of Karelia.....	148
<i>Piatov I.M., Anokhin V.M.</i>	
Cluster analysis methods for studying the distribution of the heavy fraction of sediments coastal area of the Ladoga lake.....	153
<i>Repkina T.Yu., Romanenko F.A., Lugovoy N.N., Gurinov A.L.</i>	
Anthropogenic transformation of aeolian morpholito genesis on the coast of the White sea.....	158
<i>Repkina T.Yu., Yakovleva A.P., Leontiev P.A., Zaretskaya N.E., Belichenko A.E.</i>	
Morphodynamics of the coast of the Onega bay of the White sea in holocene (the area of the v. Purnema).....	163
<i>Sannikova A.B.</i>	
Ecological and geochemical transformations of landscapes in the south of Krasnodar region.....	168
<i>Safina G.R., Fedorova V.A.</i>	
Urban inconveniences: territorial reserve, classification, approaches of use.....	173
<i>Sidorchuk A.Yu.</i>	
Gully erosion in the basins of Se-Yakha and Naduy-Yakha rivers on the Yamal peninsula.....	178
<i>Tolstikov A.V., Galakhina N.Ye., Belevich T.A., Zdorovenov R.E., Georgiyev A.P.</i>	
Comprehensive studies of the mouth areas of the Kem' river and the Nizhniy Vyg river in July 2020.....	182
<i>Trofimova E.V., Trofimov A.A.</i>	
Cave glaciation of the Amuro-Sakhalin region.....	187
<i>Chechko V.A.</i>	
Study and prospects of using sapropels of the Kaliningrad bay of the Baltic sea.....	191

<i>Shevchenko V.P., Belorukov S.K., Bulokhov A.V., Korobov V.B., Lokhov A.S., Starodymova D.P., Chultsova A.L., Yakovlev A.E.</i>	
The geochemical characteristics of the snow cover of Onega, Dvina and Mezen bays of the White sea in february–march 2020.....	196
<i>Shengelia L.D., Kordzakhia G.I., Tvauri G.A., Dzadzamia M.S.</i>	
Three factors characterizing glaciers degradation in Georgia.....	201
POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC AND ANTARCTIC	
<i>Kim Joung Hun, Han Jong-man</i>	
Definition of Arctic spaces based on human geographical division: definition of Arctic region from humanities.....	212
<i>Alekseikova A.S., Andreeva T.A.</i>	
Creating of the layout of the geomorphological atlas of the Arctic region.....	217
<i>Kim, Ja Young</i>	
Arctic climate change and Korea.....	222
<i>Petrova A.A., Dudorkin E.S., Demidionov M.Yu.</i>	
Utilization of earth remote sensing methods to study Arctic climate changes impact to Barents sea ecosystems.....	225
<i>Ra Mi-Kyoung</i>	
Korea-Russia cooperation through the Korea-Russia cooperation.....	231
<i>Novigatsky A.N., Klyuvitkin A.A.</i>	
Comparative characteristic of under the ice fluxes of sedimentary matter of the Arctic and Antarctic in the winter season.....	235
<i>Preminina Ya.K.</i>	
Socio-demographic situation of the Russian Arctic.....	239
<i>Serikov M.V.</i>	
Changes of atmospheric heath and moisture content over the water area of the Northern Atlantic.....	244
MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LIMNOLOGY AND HYDROLOGY	
<i>Davydenko E.V., Serebryakova E.D.</i>	
Level mode of lakes Chebarkul and Uvildy (Chelyabinsk region).....	249
<i>Dudakova D.S., Petukhova M.D.</i>	
Meso-scale spatial-temporal changes of benthos in the sandy littoral of the southern region of lake Ladoga (on the example of Petrokrepost bay).....	253
<i>Isaev D.I.</i>	
Channel process of the Yamal rivers.....	258
<i>Kirvel P.I., Zielinski A., Choiński Adam</i>	
Specific features of small lakes in the Kelecki region (South-Eastern part of central Poland).....	262
<i>Mironenko A.A., Rets E.P., Frolova N.L.</i>	
Maximum water levels as the indicators of the river flood hazards (in the case of the North Caucasus of Russia).....	266
<i>Ovdina E.A., Belkina N.A., Strakhovenko V.D.</i>	
Mineralogy of the suspended matter of lake Onego.....	271
<i>Rets E.P., Kireeva M.B., Samsonov T.E., Grobarenko A.V.</i>	
Studying sensitivity of automated algorith of hydrograph separation GRWAT.....	276
<i>Sanotskaya N.A., Azaryan V.S.</i>	
Changes in water and ice regime river Pur – Urengoy.....	281

<i>Trofimetz L.N., Alexandrova A.P., Tyapkina A.P., Chaadaeva N.N., Sankova E.A., Tarasov A.V., Krasnikov M.V., Barkalov A.O.</i>	
Study of delivering accumulated drifts to the floodplains of the upper Oka tributaries under changing conditions of moistening.....	285

RESEARCH OF MEROMICTIC LAKES OF RUSSIA

<i>Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N.</i>	
Distribution of organic matter in the bottom sediments of meromictic lake Trekhtzvetnoe (Kandalaksh bay of the White sea).....	290
<i>Gulin M.B., Ivanova E.A.</i>	
Reactions of macrozoobenthos to the effects of hydrogen sulfide and hypoxia under experimental conditions using the incubation chambers.....	294
<i>Demidenko N.A., Lugovoy N.N., Zaretskaya N.E.</i>	
Study of the small estuaries of the western coast of Kuloy plato and the meromictic Salt lake.....	298
<i>Zhiltsova A.A., Rymar V.V., Emeliantsev P.S., Filippova O.A., Krasnova E.D., Voronov D.A., Patsaeva S.V.</i>	
Methods for quantitative determination of chlorosome bacteriochlorophylls in natural water samples.....	303
<i>Ivanova D.A., Radchenko I.G., Krasnova E.D., Voronov D.A.</i>	
Seasonal biomass dynamics of dominant phytoplankton species in Kislo-Sladkoe lake.....	308
<i>Krasnova E.D., Voronov D.A., Patsaeva S.V., Kokryatskaya N.M., Zhadan A.E., Tzetlin A.B.</i>	
Sudden death of benthos due to appearance of sulfide zone in the bay Lobanikha in august 2020 (White sea, Kandalakshsky bay).....	313
<i>Losyuk G.N., Kokryatskaya N.M., Krasnova E.D., Voronov D.A.</i>	
Reduced sulfur compounds in water of the lake Mogilnoe (Barents sea, Island kildin).	318
<i>Matorin D.N., Todorenko D.A., Yakovleva O.V., Bratkovskaya L.B., Goryashev S.N., Krasnova E.D.</i>	
Use of chlorophyll luminescence for registration of phytoplankton state in water bodies of the White sea.....	322
<i>Shilova O.S., Krasnova E.D., Repkina T.Yu., Voronov D.A., Lugovoy N.N.</i>	
The first data on the composition of diatoms in the material of sediment traps from the meromictic lake Kislo-Sladkoe, Karelian coast of the White sea.....	326

EVOLUTIONARY GEOGRAPHY, RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA

<i>Borisova O.K., Konstantinov E.A., Panin A.V., Polyakova Ye.I., Uspenskaya O.N.</i>	
Short-term climatic oscillations of the second half of the holocene according to the multi-proxy data on the Tere-Hol' lake sediments.....	332
<i>Dorokhov D.V., Lugovoy N.N., Dorokhova E.V., Budanov L.M., Dudkov I.Yu.</i>	
Morphology of submerged cliffs and relative sea-level change during the late pleistocene-holocene in the southeastern Baltic sea.....	338
<i>Druzhinina O.A.</i>	
New data on the late pleistocene - early holocene palaeoclimate of the south-eastern Baltic region.....	343
<i>Zaretskaya N.E., Lugovoy N.N., Ludikova A.V.</i>	
Sections of the northern coast of the Sambian peninsula - sedimentation archives of the history of the south-eastern Baltic in the late glacial and holocene.....	346
<i>Napreenko M.G., Napreenko-Dorokhova T.V.</i>	
Reflection of the holocene cold events during the formation of natural environments in the Neman delta lowland (Kaliningrad region, Russia).....	350

<i>Napreenko-Dorokhova T.V., Napreenko M.G., Sosnina I.A., Druzhinina O.A., Sapozhnikov P.V.</i>	
Preliminary studies of mid- to late holocene deposits in the Curonian lagoon (Southeastern Baltic sea, Russia).....	353
<i>Paranin R.V., Grigoriev A.A.</i>	
Possibilities of GIS reconstruction of hydrological conditions of the Prinevskaya lowland in the Holocene.....	357
<i>Repkina T.Yu., Gurinov A.L., Kublitskiy Yu.A., Leontev P.A., Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N., Lugovoy N.N.</i>	
Preliminary results of paleolimnological and GPR studies of lake Srednyaya tret (Eastern coast of Gorlo strait).....	361
<i>Strakhovenko V.D., Belkina N.A., Subetto D.A., Potakhin M.S., Ovdina E.A.</i>	
Mineralogy and geochemistry of the «Pink horizon» of varve clays of the Onego ice lake.....	367
<i>Sudakova N.G., Antonov S.I.</i>	
Development of the paleogeographic direction in geocology in connection with the complex area of the glacier region of the Russian plain.....	372
<i>Fomenko A.P., Savelieva L.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Grigoriev V.A., Kuznetsov V.Yu.</i>	
Vegetation during the Mikulino interglacial according to pollen record of the Bolshaya Dubenka river section.....	377
<i>Shatalova A.E., Subetto D.A.</i>	
Distribution of the type <i>Mastogloia</i> in the bottom sediments of the Baltic sea as a marker of Litorina transgression.....	382
<i>Shvarev S.V., Subetto D.A., Nikonov A.A., Zaretskaya N.E.</i>	
Deformations of the relief and sediments of the Karelian isthmus under the influence of active geodynamics in the late pleistocene and Holocene.....	386
<i>Shelekhova T.S., Lavrova N.B., Lobanova N.V., Tolstobrov D.S., Vashkov A.A.</i>	
Evolution of lake Trostyanoë, Keret area, Karelian shore of the White sea.....	391
HISTORICAL GEOGRAPHY	
<i>Vampilova L.B.</i>	
Retrospective analysis of vegetation cover changes in the vicinity of the white sea-Baltic canal over.....	396
<i>Gusakov T.Y.</i>	
Rostov garden district in the work of Russian researchers of the XX century.....	402
<i>Silin V.I.</i>	
History of population in the Izhma river basin.....	406
<i>Kharitonov A.M.</i>	
On the problem of the origin of the Piri Reis map.....	410
<i>Chemezov V.E.</i>	
The comparative analysis of the sand and steppe landscapes described in Marco Polo's book on the marvels of the world with those of the central Yakutian lowlands.	415
<i>Shulgina O.V.</i>	
Historical and geographical study of the transformation of demographic processes in the post-soviet space of the former USSR.....	423

География: развитие науки и образования
Том I

Сборник статей
по материалам
международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения,
Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21-23 апреля 2021 года

Подготовка оригинал-макета и редактирование –
А.Н. Паранина

Дизайн обложки – И.М. Греков

Печатается с оригинал-макета, предоставленного авторами

Подписано в печать 12.04.2021. Формат 60 × 84 ¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 27,25. Тираж 500 экз. Заказ № 206ц

Типография РГПУ им. А.И. Герцена, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48