



1797

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.И.ГЕРЦЕНА

LXXV ГЕРЦЕНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**ГЕОГРАФИЯ:
РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

Международная научно-практическая конференция
20–23 апреля 2022 года (к 225-летию Герценовского университета)

**Сборник научных статей
Том I**





РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ

HERZEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF RUSSIA
FACULTY OF GEOGRAPHY

LXXV Герценовские чтения

География: развитие науки и образования

Международная научно-практическая конференция
20–23 апреля 2022 года (к 225-летию Герценовского университета)

Сборник научных статей

I

LXXV Herzen readings

Geography: Development of Science and Education

International scientific and practical conference on April 20–23, 2022
(to the 225th anniversary of Herzen University)

Collection of articles

Санкт-Петербург
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена
2022

Редакционная коллегия:

Д. А. Субетто (отв. ред.), А. Н. Паранина (отв. ред.), 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

LXXV Герценовские чтения. География: развитие науки и образования. Международная научно-практическая конференция 20–23 апреля 2022 года (к 225-летию Герценовского университета): сборник научных статей в 2 т. Т. I / отв. ред. Д. А. Субетто, А. Н. Паранина. — Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. — 258 с.

LXXV Gertsenovskiy readings. Geography: development of science and education. Intern. scientific and practical conference on April 20–23, 2022 (to the 225th anniversary of Herzen University): collection of scientific articles in 2 vol. Part I / by ed. D. A. Subetto, A. N. Paraniina. — St. Petersburg: Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2022. — 258 p.

Сборник статей «География: развитие науки и образования» отражает результаты работы научно-практической конференции 75 Герценовские чтения 20-23 апреля 2022 года, посвященной памяти чл.-корр. РАН Валериана Афанасьевича Снытко (18.01.1939-02.12.2021), 350-летию со дня рождения Петра Великого, 90-летию факультета географии и другим юбилейным датам.

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. Эволюционная география, ритмика процессов и явлений. 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

СОДЕРЖАНИЕ

УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

<i>Сухоруков В.Д., Гладкий Ю.Н.</i> Русская школа и географическое образование (исторический очерк)	8
<i>Мухин А.С., Васильева Т.В.</i> Василий Григорьевич Васильев – учёный-географ и педагог Герценовского университета (к 100-летию со дня рождения).....	16
<i>Низовцев В.А., Снытко В.А., Широкова В.А., Эрман Н.М.</i> Ландшафтные особенности формирования поселенческой структуры исторического водного пути «Из варяг в греки».....	24
<i>Баркова Э.В.</i> «Западно-восточный диван» Гете: к исследованию пространства встречи культур в экофилософской картине мира.....	29
<i>Григорьев Ал.А.</i> Становление озер феноменом культурного наследия.....	35
<i>Коробов В.Б., Кочуров Б.И.</i> Всегда ли социально-географические системы являются системами ?.....	42
<i>Паранина А.Н., Марсадолов Л.С., Григорьев Ал.А.</i> Сакральные основы астрономической навигации.....	46
<i>Погодина В.Л., Савичева А.В.</i> Проектирование школьных туров, посвященных юбилею Петра Великого.....	53
<i>Розанов Л.Л.</i> Концепция геоэкологических ценностей.....	59
<i>Силин В.И.</i> Профессор Г.Г. Шенберг: жизнь и деятельность.....	64

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

<i>Андронаке И.К.</i> Лакуарность – фрактальный подход к определению пространственной однородности или неоднородности лесов.....	70
<i>Анохин В.М.</i> Характеристики аллювиальных отложений среднего течения реки Джало (провинция Аклан, Филиппины)	77
<i>Анохин В.М., Дудакова Д.С.</i> Обнаружение новых тектонических уступов на дне Ладожского озера.....	81
<i>Васильев М.С.</i> Связь аэрозольной мутности атмосферы в Центральной Якутии с лесными пожарами за период 2004-2021 гг.....	87
<i>Губин В.Н., Архипенко Т.В.</i> Космоструктурное картирование Припятского нефтегазоносного бассейна.....	92
<i>Левина С.Н., Давыдова П.В., Городничев Р.М., Пестрякова Л.А.</i> Оценка современного состояния озер низовья реки Индигирка (установленное на основе диатомового анализа).....	96
<i>Пронина А.В., Бисеров М.Ф.</i> Зоогеографический обзор зимнего населения птиц смешанных лесов поселка Чегдомын.....	101

<i>Толкачева В.Ф.</i>	
Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма: промежуточные результаты исследований.....	105
<i>Толстиков А.В., Чернов И.А.</i>	
Численное моделирование распространения пассивной примеси в заливах Белого моря	110
<i>Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Дзадзамия М.Ш.</i>	
Таяние ледников в Восточной Грузии из-за воздействия текущего изменения климата.....	115

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

<i>Зелюткина Л.О., Куликов В.Ф., Шелухина О.А.</i>	
Медико-географические условия жизни народов Севера.....	121
<i>Ким Чжа-Ён</i>	
«Новая северная политика» Кореи и международная арктическая станция «Снежинка».....	126
<i>Киселева Е.М., Волобуева О.В.</i>	
Анализ температурного режима полярных и приполярных областей.....	130
<i>Коростелев Е.М., Зелюткина Л.О.</i>	
Природные и культурные особенности этносов арктического региона.....	136
<i>Слуковский З.И., Терентьев П.М.</i>	
Биогехимические аспекты загрязнения малых городских озер в Арктике (на примере исследования рыб водоемов города Мурманска).....	142
<i>Шадрин А.И.</i>	
Научное обеспечение изучения взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по освоению Арктики.....	147

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

<i>Вахрамеева Е.А., Лосяк Г.Н.</i>	
Характеристика донных отложений озер Большого Соловецкого острова (Белое море).....	152
<i>Даувальтер В.А., Слуковский З.И., Постева М.А., Денисов Д.Б.</i>	
Гидрохимический мониторинг озер города Мурманска.....	157
<i>Дебольская Е.И., Дебольский В.К., Грищук И.И.</i>	
Композитное моделирование распространения загрязнений на криволинейных участках рек криолитозоны.....	162
<i>Добровольский С.Г., Юшков В.П., Выручалкина Т.Ю., Соколова О.В.</i>	
О фундаментальных законах гидрологии.....	167
<i>Иванова Д.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Радченко И.Г.</i>	
Сравнение структуры летнего фитопланктона до и после обновления придонных вод озера Кисло-сладкое, отделяющегося от Белого моря.....	172
<i>Кирвель П.И., Зелиньски А., Хоиньски А.</i>	
Характеристики избранных озер эолового и карстового происхождения в Келецком регионе (юго-восточная часть Центральной Польши) Свентокшиского воеводства.....	176
<i>Логинова М.В., Греков И.М.</i>	
Анализ разреза донных отложений озера Ордосно.....	181

<i>Масликова О.Я., Грищук И.И., Ионов Д.Н.</i>	
Современное состояние исследований эрозии берегового склона водных объектов в условиях криолитозоны.....	187
<i>Потахин М.С.</i>	
Оценка объема воды озер статистическими методами (на примере водосбора Онежского озера).....	191
<i>Пронина А.В., Греков И.М.</i>	
Гранулометрический анализ верхнего керна донных отложений озера Усвятское (Псковская область).....	195
ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ: РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ	
<i>Баженова О.И., Тюменцева Е.М.</i>	
Ритмика природных процессов геосистем в степях Центральной Азии.....	199
<i>Борисова О.К., Нарышкина Н.Н., Панин А.В.</i>	
Новые данные о проявлении пребореальной осцилляции на западе европейской территории России.....	204
<i>Карпущина Н.В., Каревская И.А., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Борисова О.К., Захаров А.Л.</i>	
История развития Изборско-Мальской долины в позднеледниковье.....	209
<i>Кашидан А.И., Шейнкман В.С.</i>	
Реконструкция эволюции ледовых потоков Баренцево-Карского ледникового щита во время МИС2-4.....	213
<i>Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Макарова Т.Р., Корнюшенко Т.В., Прокопец С.Д.</i>	
Запись наводнений и засух в голоценовых разрезах около археологических памятников, Южное Приморье.....	219
<i>Репкина Т.Ю., Гуринов А.Л., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Вахрамеева Е.А., Лосюк Г.Н., Луговой Н.Н.</i>	
Изменение относительного уровня Белого моря в позднеледниковье - голоцене по данным изучения озера Средняя Треть (восточный берег пролива Горло)....	224
<i>Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Смирнов М.В.</i>	
Ритмичность осадконакопления и почвообразования в речных долинах бассейна р. Селенги в позднеледниковье и голоцене.....	231
<i>Смирнов М.В., Рыжов Ю.В.</i>	
Ритмика осадконакопления и почвообразования в долине реки Тарбагатайки (Республика Бурятия).....	236
<i>Чемезов В.Е.</i>	
Опыт реконструкции рельефа Восточной Якутии на картах Герарда Меркатора	241
<i>Шейнкман В.С., Седов С.Н.</i>	
Особенности палеокриологического развития севера Западной Сибири в позднем квартере.....	248
CONTENT.....	254

В 2022 году исполняется:

- 350 лет со дня рождения Петра Великого
- 225 лет РГПУ им. А.И. Герцена
- 90 лет Факультету географии
- 160 лет со дня рождения Н.И. Каракаш
- 150 лет со дня рождения В.П. Буданов
- 145 лет со дня рождения Б.Б. Польшова
- 140 лет со дня рождения М.Д. Семенова-Тян-Шанского
- 140 лет со дня рождения С.Н. Недригайлова
- 130 лет со дня рождения А.И. Дзен-Литовского
- 130 лет со дня рождения С.С. Кузнецова
- 120 лет со дня рождения А.М. Алпатьева
- 125 лет со дня рождения В.С. Клупт
- 115 лет со дня рождения Б.Н. Семейского
- 110 лет со дня рождения А.А. Каденского
- 100 лет со дня рождения В.Г. Васильева
- 95 лет со дня рождения В.А. Зубакова
- 90 лет со дня рождения Н.Т. Агафонова
- 80 лет со дня рождения Г.И. Юренкова



Валериан Афанасьевич Снытко
18.01.1939 – 02.12.2021

УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

TEACHER OF GEOGRAPHY AND CIVILIZATION DEVELOPMENT

РУССКАЯ ШКОЛА И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

(исторический очерк)

В.Д. Сухоруков, Ю.Н. Гладкий

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,
г. Санкт-Петербург. suhor@herzen.spb.ru; gladky43@rambler.ru*

RUSSIAN SCHOOL AND GEOGRAPHICAL EDUCATION

(historical essay)

V.D. Sukhorukov, Yu.N. Gladkiy

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Подчеркивается роль и значение школы, составляющей основу всей системы образования. Выделяется эпоха правления Петра I и личный вклад Императора в развитие отечественного образования. Характеризуются направления учебной и воспитательной деятельности русской школы. Акцентируется внимание на специфике организации общего географического образования в прошлом и сейчас. Обсуждается вопрос формирования русской культурно-цивилизационной идентичности.

Ключевые слова: история русской школы, развитие образования в петровскую эпоху, географическое образование, русская культурно-цивилизационная идентичность.

Введение

Как известно, сущность образования состоит в «поглощении человеком своей неорганической природы и овладении ею для себя», то есть в искусстве «пропускать сознательное в бессознательное» [2, с. 23, 5]. Отсюда следует, что школа была и остается важнейшим социальным институтом и предметом серьезного общественного внимания. В школе учителя и новое подрастающее поколение обретают взаимопонимание, нацеленное на передачу и восприятие опыта жизни. Таким образом, школу необходимо рассматривать в качестве величайшего блага, дарованного человеку.

Школа как механизм существования общества обладает особым структурно-функциональным содержанием, в котором ведущую роль играет «фактор человека». В основании школы вместе с «явным» планом обучающей работы всегда имелся «скрытый» учебный замысел, который был и остается более важным и основательным. Он заключается в стремлении школы воздействовать на сознание ученика и его мировоззрение для формирования необходимых качеств всего социума [11, с. 65-66]. Признание этих непреложных обстоятельств означает, что для целей образования всегда требуется «проникновение духа в ... знание», формируемое посредством школы

[2, с. 23]. Получается, что истинным предметом школы выступает *духовный* мир человека, который определяет всеобщую жизненную оценку с высшей точки зрения. К духовному миру человека относятся знания, вера, чувства, потребности, индивидуальные особенности, устремления и цели людей. Следовательно, мир вне духа теряет смысловые атрибуты и способности создавать живую историю эпох и народов.

Обзор литературы

Каталоги ведущих библиотек и архивного фонда России накопили достаточно внушительный перечень формуляров, относящихся к истории русской школы. Их дополняют многочисленные порталы и сайты интернет, где современные авторы освещают те или иные аспекты указанной темы. Однако полный и систематический взгляд на эту часть истории России до недавнего времени отсутствовал. Лишь несколько лет назад вышел в свет фундаментальный труд доктора филологических наук *А.И. Любжина* «История русской школы» [6]. Ему удалось собрать, систематизировать и осмыслить колоссальный объем имеющихся разрозненных тематических материалов, в том числе, труднодоступного характера. В итоге появилось уникальное издание, содержащее массу архивных документов, дневниковые записи и воспоминания современников, обширную статистику, редкие иллюстрации.

Обращает на себя внимание труд другого отечественного ученого, доктора психологических наук, лауреата премии Правительства РФ в области образования *Ю.В. Громыко* «Российская система образования сегодня ...» [3]. Впервые в научной литературе здесь предлагается взгляд на образование как на ответственную политическую технологию. Поэтому будущее российского образования, по мнению автора, зависит в конечном счете от человеческого самоопределения и политической воли.

Цель и методы исследования

История развития школы в России является актуальным вопросом предметного познания, открывающего возможности глубокого понимания и прогнозирования изучаемой области. При этом уместно вспомнить слова известного русского публициста и военного историка *А.А. Керсновского* о том, что «писать о подвигах прошлого не имеет смысла без твердой веры в подвиги будущего» [цит. по 10]. Сложные времена, которые переживает сегодняшнее русское образование, делают эту «веру» и эти «подвиги» еще более необходимыми. Первоначальная русская школа как замысел и место обучения весьма быстро выросла в комплекс, обладающий определенной организационной структурой. Основной характеристикой указанного комплекса стала возможность общества и государства обеспечивать необходимые ресурсные потребности образования. Среди ведущих условий следует выделить функциональные механизмы, связанные с объективными процессами общественного развития, но также накопленный субъективный опыт решения текущих и перспективных политических задач.

Цели настоящего очерка заключаются в выделении петровской эпохи в развитии русской школы. В те времена была заложена базовая идеология и разработаны формы отечественной системы образования. Оттуда берет начало и российское географическое образование. Методика исследования представлена предметно-тематическим анализом исторических источников, общественно-политической и педагогической литературы.

Результаты исследования

Истоки русской школы

Русская школа прошла длительный путь развития. Документальная история отечественного образования начинается с X в.¹ Благодатной почвой для создания первых учебных заведений на Руси стало принятие христианства, которое способствовало быстрому распространению новой духовной культуры. В XI столетии школы образуются уже по всей территории русских владений. При этом чаще всего они строились при монастырях и храмах, так как священники считались самыми образованными людьми. Существовали на Руси и специальные школы «высшего типа». В них учащиеся готовились к различной государственной и церковной деятельности.

Исторические данные свидетельствуют о том, что постановка школьного обучения в России изначально характеризовалась единением с текущей жизненной реальностью и культурно-религиозной традицией. При этом русская школа развивалась как православный и государственный институт, поскольку в народном образовании и воспитании активно участвовала Церковь и было заинтересовано государство. Особую роль в истории отечественной школы играло целенаправленное воздействие на ее развитие выдающихся личностей. Ярким примером этому является эпоха правления Петра I.

Школа Петра

Петровская эпоха внесла глубинные изменения в организацию русской школы. Деятельность *Петра I* ознаменовалась бурной реформацией и стремлением обновить общественную жизнь России. В основу своих планов Петр заложил идею первоосновы народного образования. При нем стали активно создаваться учебные заведения самой разной направленности. Школы петровского времени были всеобщими и, обретя массовость, стали способствовать быстрому изменению облика и содержания всей страны.

Из школы очень скоро возникла система учебных заведений, обеспечившая в дальнейшем рост российской науки и культуры. Согласно императорскому замыслу, школа в России призывалась не только «для размножения наук», но и чтобы через обучение «польза в народе впредь была».

¹ Первая государственная школа возникла при князе *Владимире*, в ней обучались более 300 учеников. При его сыне *Ярославе Мудром* школы появились в Новгороде, Переяславе, Чернигове, Суздале [4].

Для этих целей в Россию было приглашено немалое число европейских ученых и специалистов.

Однако в погоне за новшествами русское общество тогда оказалось в опасном положении вследствие активных и широких внешних связей с сильными европейскими нациями. От них Россия заимствовала плоды цивилизации и неизбежно испытывала их влияние, как ученик подвергается воздействию учителя. Поэтому для уменьшения возникшей угрозы нельзя было позволить «народу-ученику продолжительного страдательного отношения к народам-учителям» [9, с. 464]. Именно такое обучение требовалось русскому народу в строящейся школе преобразований. В общении с народами-учителями необходимо было позаботиться о прочном восприятии нового, но исключить духовное принижение перед чужим, сохранить моральную независимость и сознание своего достоинства.

Что делает Петр в тех условиях? Он сам проходит эту практическую, деятельностную школу и повелевает другим поступать также. Петр заявляет, что его время есть время *школы*. Школа им понималась в национальном масштабе - в учении всего народа самостоятельной деятельности. Всюду русский человек должен был учиться и одновременно прилагать изученное к своему делу [9, с. 465].

Отсутствие образованных людей и науки сдерживало не только производительное развитие, но также рост духовных сил России. В обществе недоставало особого рода авторитетных личностей, сильных не физически или своим ранговым положением, но моральными устоями. Требовалось нравственное воспитание людей. Поэтому Петр совершает глубокий государственный прорыв – он вводит в свой народ силу, до тех пор мало известную и не находившуюся в почете, – *силу умственного развития, искусства и личной заслуги* [9, с. 482-483].

Петр прямо и понятно указал народу цели своей чрезвычайной деятельности - достижение внутренней устойчивости и внешней безопасности посредством крепкой обороны и активной экономики. В своем манифесте 1702 г. о привлечении иностранцев в Россию он говорил: «Мы побуждены были в самом правлении учинить некоторые нужные и к благу земли нашей служащие перемены, дабы наши подданные могли тем более и удобнее научиться поныне им неизвестным познаниям и тем искуснее становиться во всех торговых делах» [9, с. 528]. При таком практическом взгляде ясно, что России требовались *специализированные* школы.

Первым таким учебным заведением стала школа математических и навигацких наук (школа *Пушкарского приказа*), созданная Указом Петра I в 1701 г. Она была организована в Москве для подготовки артиллеристов, инженеров, моряков и очень скоро стала самым крупным в Европе училищем практической направленности. В 1715 г. навигацкие классы этой школы были переведены в Санкт-Петербург и далее на их основе была создана Морская академия. Для нее Петр сам составил инструкцию и учебный план. В 1719 г. открывается Петербургская инженерная школа, которая позже объединяется с

Московской инженерной школой. Тогда же в Москве было положено начало медицинскому, юридическому и филологическому образованию. Наладились также особые курсы для подготовки канцелярских служащих.

Все эти учебные заведения готовили молодых людей как для ратной, так и гражданской службы, где требовались научные знания и общая грамотность. Из школьных стен выходили инженеры, артиллеристы, моряки, геодезисты, архитекторы, учителя, чиновники и мастеровые. Через эти школы прошли представители почти всех знатных русских фамилий, но в них обучались и дети из других слоев общества. Среди наиболее известных выпускников школы петровских времен выделяются адмирал флота *Д.С. Калмыков*, составитель первого атласа России *И.К. Кирилов*, первый русский гидрограф *Ф.И. Сойманов*, мореплаватели и исследователи *С.И. Челюскин*, *А.И. Чириков*, изобретатель первого в мире токарного станка с суппортом *А.К. Нартов*, архитекторы *И.Ф. Мичурин*, *Д.В. Ухтомский*, *С.И. Чевакинский* [12].

В начале 1724 г. вышел указ Петра I об учреждении Академии наук и художеств. Академия наук задумывалась как «собрание ученых и искусных людей, которые не токмо сии науки в своем роде, в том градусе, в котором оные ныне обретаются, знают, но и чрез новые инвенты <изобретения> оные совершить и умножить тщатся». Одной из главных задач, поставленных перед Академией, должна была стать ее деятельность по распространению *просвещения* в России. Для этой цели в составе Академии организовывались «университет, который науки всему народу объявляет, а также и гимназия, в которой молодые люди нужным наукам обучаются». В конце 1725 г. в Петербурге (уже после смерти Петра) Указ был исполнен и задуманная Академия наук (с художественным отделением при ней), университет и гимназия были открыты в тогдашней столице России [8].

Импульс, приданный просвещению, к середине XVIII в. потребовал дальнейшего усиления. Возникла необходимость в очередных школьных проектах. Их результатами стала разработка основных принципов обучения, а также воспитания. Тогда же была предпринята попытка построить более разумную государственную систему образования.

Становление учебной географии

География в России стала учебным предметом на рубеже XVII-XVIII вв. Первоначально она была представлена тем или иным содержанием в зависимости от характера учебных заведений. При этом основное внимание в обучении уделялось географическим названиям и их запоминанию. Использовались переведенные на русский язык голландские и немецкие учебники. Первыми отечественными книгами для обучения были «Руководство к географии» (1742 г.) и «Географическое и методическое описание Российской империи» (1776 г.).

Огромное влияние на развитие географической науки и образования, изучение природы и хозяйства страны оказали такие государственные деятели и ученые, как *И.К. Кирилов* (1689-1737) и *М.В. Ломоносов* (1711-1765) – первый русский естествоиспытатель мирового уровня. Они понимали исключительную

роль географического изучения территории Российского государства, укрепления его границ, составления карт, атласов и тем самым придавали географическим знаниям и образованию необходимую силу.

Немалый вклад в становление отечественной географии внес также сподвижник И.К. Кирилова и М.В. Ломоносова – известный историк, географ, экономист и государственный деятель *В.Н. Татищев* (1686-1750). Его перу принадлежит первый печатный географический очерк России, в котором был представлен широкий спектр понятий, географические названия, вопросы социальной, хозяйственной и политической жизни страны того времени. Он был основателем Екатеринбурга, «да еще назвал Каменный Пояс Уралом, да еще провел границу между Азией и Европой, да еще открыл гору Благодать ...» [1, с. 5]. К этой же плеяде относится *П.И. Рычков* (1712-1777) – русский чиновник, географ, историк и краевед. Он известен как глубокий исследователь Южного Урала, Казахстана, Среднего и Нижнего Поволжья. За свои научные заслуги П.И. Рычков «первый на Руси человек, что членом-корреспондентом стал ...» [7, с. 500-501].

Во второй половине XIX в. в России окончательно складывается профессиональная сфера географии, и наука становится обязательным школьным предметом. В 1845 г. по Высочайшему повелению императора Николая I в Санкт-Петербурге было основано Русское географическое общество. Общество было учреждено при министерстве внутренних дел, что подчеркивало его государственный статус. В 1884 г. открывается первая кафедра географии в Московском университете, затем в Санкт-Петербургском и некоторых других. В результате в России сформировался *научно-образовательный географический комплекс*, в котором ярко выделялись *методология познания* и *методика образовательной практики*. Развитие географической науки и образования в дальнейшем не прерывалось даже в самые тяжелые годы отечественной истории.

В XX в. учебная география в России пережила несколько реформ. Они были связаны с характером общественного развития страны и необходимостью совершенствования структуры дисциплины. В этот период прочно закрепился научный статус за методикой обучения географии. Огромными тиражами издавалась учебная и методическая литература.

В настоящее время внимание к географическому образованию не снижается. Совершенствуется концептуальность школьной географии, в которой идет утверждение целевых взглядов, демонстрирующих практическую необходимость системного мышления. Не меньшие изменения происходят и в предметном содержании учебной географии. Здесь решаются следующие главные задачи: сохранение традиционной для отечественной школы ориентации учащихся на приобретение социально-ориентированных знаний, умений, всемерное развитие *географической культуры* и *географического мышления*. Ведущими целями географического образования остаются познавательные, воспитательные и развивающие. Отмеченные характеристики и накопленный педагогический потенциал делает современную географию

глубинным учебным предметом (deep academic subject). При этом масштабность школьной географии определяется мерой ее влияния на сознание и мировоззрение учащихся и той ролью, которую она играет в укреплении устойчивости и безопасности России.

Обсуждение

Особое общественное значение в нынешних условиях приобретает качество и уровень знаний современной молодежи о России, ее статусе и положении в мире. Именно эти знания обеспечивают формирование русской *культурно-цивилизационной идентичности* и достижение базисных образовательных результатов. Указанная идентичность представляет собой специальный мировоззренческий комплекс, формируемый идеальными средствами обучения и самосознания с помощью рефлексивной переработки информационных ресурсов для глубокого самоопределения личности. При этом сущность такой идентичности заключается в эмоционально-ценностном осознании человеком своей полной культурно-цивилизационной *сопричастности*. На практике это означает включенность граждан России в культурно-исторические и духовные традиции народов страны, и прежде всего русского народа, в историю и культуру российской государственности, но также готовность и способность служения интересам общества. Тем временем идентичность формируется и сохраняется только тогда, когда лежащая в её основе система ценностей, знаний и традиций воплощается в активное индивидуальное и социальное действие, создающее передовой национальный продукт и общественные блага. Другими словами, русская культурно-цивилизационная идентичность определяется ценностным сознанием и позитивным опытом человека, отражающим всю многовековую историю русской государственности [3, с. 285-289]².

В реализации названной задачи школьная география, густо пропитанная междисциплинарными знаниями, находится на переднем плане и считается незаменимой дисциплиной. Она активно участвует в становлении феноменов гражданственности, патриотизма и несет огромную ответственность за синтез мировоззрения всего нашего общества.

Заключение

Русская школа в своем развитии прошла длительный путь. Глубокую роль в становлении отечественной школы сыграли реформы петровского времени. Современный этап характеризуется пониманием того, что поступательное движение страны прямо зависит от политики государства в области образования. Важное место в системе отечественного обучения и воспитания

² В педагогическом контексте культурно-цивилизационная идентичность является непосредственно переживаемой эмоционально-ценностной программой, которая реализуется в процессе обучения и воспитания на всех ступенях образования. Разработка такой программы является актуальной не только педагогической, но и общественной проблемой (вызовом).

занимает географическое образование, способное обеспечивать реализацию общественных интересов России. Школа и образование в целом усиливают свое политическое значение, превращаясь в «фундаментальную технологию воспроизводства и развития в XXI веке» [3, с. 350].

Литература

- [1] *Блюмин Г.З.* Юность Татищева. - Л.: Лениздат, 1986. -239 с.
- [2] *Гегель Г.* Феноменология духа. Философия истории. - М.: Эксмо, 2007. - 880 с.
- [3] *Громько Ю.В.* Российская система образования сегодня: Решающий фактор развития или путь в бездну? Образование как политическая технология. - М.: ЛЕНАНД, 2019. - 368 с.
- [4] История развития школьного образования. - URL: <http://www.hello-school.ru/deolins-489-1.html> (дата обращения 12.07.2020)
- [5] *Лебон Г.* Психология воспитания. - URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 12.07.2020)
- [6] *Любжин А.И.* История русской школы. В 3-х томах. - М.: Никая, 2014-2018.
- [7] *Пикуль В.* Исторические миниатюры. - Рига: фирма «ИМПАКТ», 1994. - 512 с.
- [8] Проект положения об учреждении Академии наук и художеств, 1724 г. ОТКРЫТЫЙ ТЕКСТ. Электронное периодическое издание. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.opentextnn.ru> (дата обращения 04.04.2022).
- [9] *Соловьев С.М.* Чтение и рассказы по истории России. - М.: Правда, 1989. - 768 с.
- [10] *Турочеров Н.Н.* Об авторе «Истории русской армии». - URL: <http://www.rohistory.ru/roshists-31-4.html> (дата обращения 04.04.2022)
- [11] *Тоффлер Э.* Третья волна. - М.: ООО «Фирма «Издательство АСТ», 1999. - 784 с.
- [12] Школа математических и навигацких наук (школа Пушкарского приказа). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.liveinternet.ru> (дата обращения 04.04.2022).

S u m m a r y. The role and importance of the school, which forms the basis of the entire education system, is emphasized. The epoch of the reign of Peter I and the personal contribution of the Emperor to the development of national education are highlighted. The directions of educational and educational activity of the Russian school are characterized. Attention is focused on the specifics of the organization of general geographical education in the past and now. The issue of the formation of Russian cultural and civilizational identity is discussed.

**ВАСИЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ ВАСИЛЬЕВ –
УЧЁНЫЙ-ГЕОГРАФ И ПЕДАГОГ ГЕРЦЕНОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

А.С. Мухин, Т.В. Васильева

*Русское географическое общество, г. Санкт-Петербург,
info@local-atlas.ru, tvvasilieva@inbox.ru*

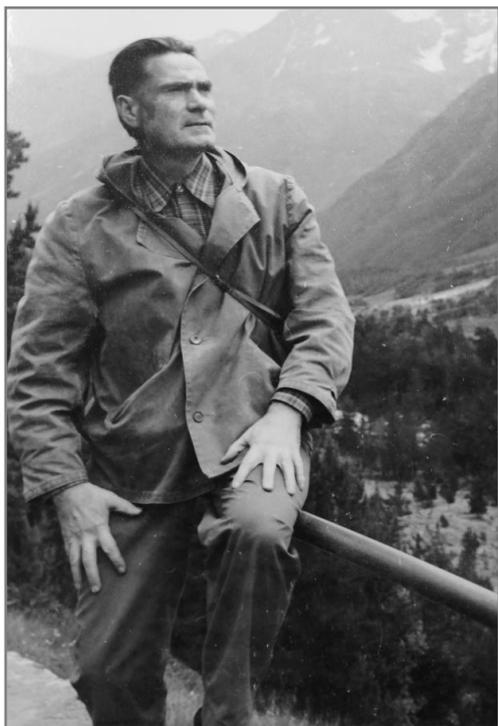
**VASILIIY G. VASILIEV – SCIENTIST & TEACHER,
FACULTY OF GEOGRAPHY, HERZEN UNIVERSITY
(TO THE CENTENARY OF THE BIRTH)**

A.S. Mukhin, T.V. Vasilieva

Russian Geographical Society, St.-Petersburg

Аннотация. Краткая биография к.г.н. В.Г. Васильева, его основные научные и творческие достижения. Вклад В.Г. Васильева в организацию процесса обучения на географическом факультете ЛГПИ им. А.И. Герцена, его деятельность в сфере народного просвещения, охраны природы, сохранения памяти о Великой Отечественной войне. Роль В.Г. Васильева в разработке географических атласов – региональных атласов Смоленской и Ленинградской областей и первого в России локального атласа Демянского района Новгородской области.

Ключевые слова: В.Г. Васильев, географический факультет ЛГПИ (РГПУ) им. А.И. Герцена, географическое образование, региональные и локальные географические атласы.



Введение

На протяжении всей своей истории РГПУ (ЛГПИ) им. А.И. Герцена неизменно является одним из ведущих в стране центров развития географической науки и естественнонаучного образования. Жизни многих выдающихся учёных-естественников, талантливых педагогов и просветителей, энтузиастов географии и краеведения были неразрывно связаны с географическим факультетом Герценовского педагогического института (университета).

Одним из таких людей являлся *Василий Григорьевич Васильев* (1922-1995) – канд. геогр. наук, доцент кафедры физической географии ЛГПИ (РГПУ) им. А.И. Герцена, член Географического общества СССР, ветеран Великой Отечественной войны (см. фото).

Краткая биография

Василий Григорьевич родился 21 июля 1922 г. в деревне Трунёво (Демянский уезд Новгородской губернии). После окончания десятилетней школы ему была предложена работа школьным учителем. В ноябре 1940 г., по собственному решению отказавшись от полагающейся отсрочки, по призыву пошёл в Красную Армию.

Василий Григорьевич – участник Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.). Он имел различные воинские специальности – от истребителя танков до специалиста химической службы. В годы блокады воевал на Ленинградском фронте на Дороге жизни, по которой не раз пробирался из осажденного Ленинграда на «Большую землю» и обратно. За время войны был ранен и контужен. Пройдя всю войну и закончив ее в Германии, но демобилизован был не сразу, т.к. занимался демонтажем немецких химических заводов. В.Г. Васильев был награжден многими медалями, среди которых медали «За отвагу», «За оборону Ленинграда», «За Победу над Германией». Имел звание старшего сержанта (впоследствии – капитана).

Поскольку дом на родине был уничтожен фашистами, после демобилизации в конце 1946 г. Василий Григорьевич приехал в Ленинград, где всю блокаду жили его мать и сёстры. Устроился работать на завод музыкальных инструментов, затем, сменив несколько профессий, решил получить высшее образование.

В 1947 г. Василий Григорьевич поступил в ЛГПИ им. А.И. Герцена на географический факультет. Все свободное время он проводил в различных экспедициях (Кавказ, Якутия, Русский Север и др.). Со студенческих лет с большим интересом относился к геологии и великолепно разбирался в минералах, всю жизнь собирал коллекцию горных пород.

Василий Григорьевич в 1952 г. закончил обучение в ЛГПИ с красным дипломом, после чего был рекомендован в аспирантуру по кафедре физической географии, на которой успешно и досрочно защитил кандидатскую диссертацию (в 1954 г.). Тема диссертации и сама процедура защиты были засекреченными настолько, что даже научный руководитель не был на нее допущен (тема была связана с Алданом, научным руководителем был профессор А.Д. Гожев). По утверждению С.С. Кузнецова (оппонента на защите), диссертация была выполнена на таком высоком уровне, что соискатель заслуживал присуждения ученой степени доктора наук.

После окончания аспирантуры В.Г. Васильев был направлен вместе с семьей по распределению в г. Смоленск – на кафедру физической географии Смоленского гос. пединститута им. К. Маркса, где вскоре получил звание доцента. Во время работы в этом ВУЗе он руководил полевыми практиками студентов, внёс значительный вклад в изучение рельефа региона, а также занимался разработкой первого областного географического атласа (1964) [3].

В 1963 г. Василий Григорьевич прошел по конкурсу в ЛГПИ им. А.И. Герцена на кафедру физической географии и вернулся с семьей в Ленинград. Как доцент кафедры, предложил и первым осуществил проведение зимних полевых практик на географической станции «Железо», разработал соответствующие методические рекомендации. Впоследствии подобные практики были включены в учебные планы географических факультетов большинства педагогических институтов страны. При участии В.Г. Васильева был выпущен географический атлас Ленинградской области (1967) [2].

В 1970 г. В.Г. Васильев был избран на пост декана географического факультета ЛГПИ, который занимал по 1974 г. В этот период была особенно широко распространена практика участия студентов в дальних экспедициях, в том числе в Арктику – на Шпицберген. По инициативе Василия Григорьевича был создан нагрудный знак «Выпускник географического факультета», который с 1971 г. получали все, кто успешно завершил обучение.

Долгое время В.Г. Васильев организовывал работу курсов повышения квалификации при факультете, где проходили подготовку преподаватели со всего Советского Союза. В рамках курсов осуществлялись поездки в Карелию и на Кольский полуостров, в ходе которых Василий Григорьевич проводил разнообразные по тематике географические и геологические экскурсии.

Василий Григорьевич отлично фотографировал и поэтому сумел создать уникальную сменную фотовыставку на географическом факультете. В разное время стены геофака украшали панорамы Памира, Кавказа, Якутии, типичные ландшафты России, сюжеты дальней практики студентов.

Являясь знатоком и ценителем природы, заядлым охотником и рыбаком, Василий Григорьевич одним из первых в Советском Союзе стал активным защитником окружающей среды, явился одним из основоположников современного экологического и природоохранного движения.

В. Г. Васильев вел большую общественную и военно-патриотическую работу. Он читал лекции по охране природы от общества «Знание», которые пользовались неизменным успехом в любой аудитории; являлся общественным инспектором по охране природы РСФСР; проводил экскурсии по местам боевой славы, в том числе – на Дорогу жизни в течение 25 лет. За заслуги в организации военно-патриотической работы имел высшую награду ДОСААФ.

На рубеже 80–90-х гг. XX в. В.Г. Васильев активно работал над практической реализацией идеи создания районного географического атласа.

В.Г. Васильев работал на кафедре физической географии ЛГПИ (РГПУ) им. А.И. Герцена до начала 90-х гг. XX в. За годы работы он выпустил более двухсот научных трудов, а его методическими разработками (методикой снегомерной съемки, экскурсией «Камень в городе» и др.), программами, учебными пособиями и картографическими произведениями до сих пор пользуются преподаватели-географы из разных ВУЗов страны.

Василий Григорьевич Васильев ушёл из жизни 29 июня 1995 г.

Географические (краеведческие) атласы В. Г. Васильева

В качестве важнейшего направления научной и творческой деятельности Василия Григорьевича Васильева следует выделить разработку комплексных географических (краеведческих) атласов регионального и локального уровней.

Географический атлас Смоленской области (1964) [3] был разработан по инициативе В.Г. Васильева, выступившего ответственным редактором и председателем ред. коллегии. Также им был подготовлен текст атласа (совместно с Б.М. Перлиным) и разработаны авторские макеты карт «Глубина расчленения рельефа» и «Густота речной сети», а также карт «Здравоохранение» и «Культурно-массовые учреждения (совместно с М.М. Васильевой). Под руковод-

ством В.Г. Васильева в подготовке этого атласа принимали участие сотрудники естественно-географического факультета Смоленского пединститута, научно-редакционной картосоставительской части ГУГК, краеведческого музея, члены областного отделения Географического общества СССР и др. Данный атлас был посвящён 1100-летию г. Смоленска и стал первым подобным картографическим изданием в Смоленской области.

Атлас Смоленской обл. (1964) содержит 66 карт, картограмм, картосхем и врезок (основные – в диапазоне масштабов 1:1500000 – 1:5000000).

Опыт Василия Григорьевича в деле составления региональных атласов во многом лёг в основу создания *географического атласа Ленинградской области* (1967) [2], посвящённого 50-летию Октябрьской революции и разработанного по инициативе НИГЭИ ЛГУ им. А.А. Жданова и ЛГПИ им. А.И. Герцена. Вместе с учёными географических факультетов этих ВУЗов, в работе над атласом принимали участие сотрудники Ботанического института АН СССР, Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, Главной геофизической обсерватории, члены Географического общества СССР. Помимо общего деятельного вклада, В.Г. Васильевым были разработаны авторские макеты карт «Библиотеки и музеи», «Театры и дома культуры» и написаны тексты к ним.

Атлас Ленинградской обл. (1967) содержит 152 карты, картограмм, картосхем и врезок (основные – в диапазоне масштабов 1:1500000 – 1:6000000).

Комплексный подход определил содержание вышеуказанных областных атласов, в котором полно представлены географическое положение и административное деление, природные условия и ресурсный потенциал, население, экономика и социальная сфера, а также история и культура соответствующих регионов. Разнообразие по содержанию и масштабу, высокий уровень информативности, наглядность и оптимальное качество исполнения карт этих атласов позволяет сформировать даже у неподготовленного пользователя полноценный пространственный образ отображаемой территории. Данные атласы также снабжены текстом, в котором даются комплексная географическая характеристика соответствующего региона и комментарии к конкретным картам. Для повышения качества материала и наглядности, содержание атласов дополнено рисунками, графиками, диаграммами.

Атласы Смоленской и Ленинградской областей были выпущены многотысячными тиражами и предназначались для широкого круга пользователей. Они применялись специалистами в планировании, управлении и экономической деятельности, в научных и краеведческих исследованиях, а также жителями регионов и туристов для своих социально-бытовых нужд. Что особо подчёркивал сам В.Г. Васильев, важная роль областным атласам отводилась как средству обучения и воспитания подрастающего поколения.

Исходя из собственного педагогического опыта и анализа свойств карт разного масштаба, В.Г. Васильев пришёл к выводу о необходимости более широкого применения в обучении средне- и крупномасштабных геоизображений. Особое значение для формирования географической грамотности школьников и студентов Василий Григорьевич отводил подробным картам и планам террито-

рии ближайшего окружения (своей местности), позволяющим сравнивать картографическое изображение с реальной местностью или её мысленным образом.

С 60-х гг. XX в. В.Г. Васильев развивал идею и вёл практические разработки учебного локального краеведческого атласа (на примере родного ему Демянского района Новгородской обл.). Однако из-за существовавших в СССР значительных ограничений применительно к картографическим произведениям среднего и крупного масштабов, полноценно реализовать подобный проект на практике стало возможным только с 90-х гг. XX в.

К 1995 г. В.Г. Васильев подготовил практически завершённый авторский макет атласа Демянского района, опубликовал ряд статей, посвящённых работе над изданием. Но 29 июня 1995 г. Василия Григорьевича не стало, поэтому создание атласа завершили его дети – выпускники географического факультета ЛГПИ им. А.И. Герцена канд. пед. наук С.В. Васильев и канд. пед. наук Т.В. Васильева. *Атлас Демянского района Новгородской области* [1], посвящённый 50-летию Победы в Великой Отечественной войне, был издан в 1997 г. и стал *первым в России* официально выпущенным учебным краеведческим атласом районного уровня. В атласе справедливо отмечена центральная роль Василия Григорьевича как составителя и главного редактора атласа, автора всех текстов и геоморфологической карты района.

Атлас Демянского района Новгородской обл. является комплексным и представляет полную географическую характеристику района (географическое положение, естественная история, природные условия и ресурсный потенциал, природопользование, история освоения, экономика и социальная сфера, экологическая обстановка). Он содержит 33 специальных карты, пояснительный текст, рисунки, аэрофотоснимки, профили, блок-диаграммы. Районные карты следующие (масштабов 1:300000 и 1:600000): физическая; административная; геологическая; геоморфологическая; растительности; климатические и фенологические; экологическая; природопользования; экономическая; карта образовательных и культурно-просветительских учреждений; археологическая; карта военных действий 1942 года («Демянский котёл»). Также в атлас вошли и несколько карт Новгородской обл. Поскольку, в первую очередь, атлас Демянского района предназначен для изучения своего района учащимися в школах и на факультативных занятиях, его содержание дополнено инструкциями, вопросами и заданиями, географическими задачами.

С момента выхода атлас Демянского района вызвал значительный интерес у научной и педагогической общественности России и зарубежных стран. Специалисты отмечали его исключительный потенциал как источника пространственной информации и средства обучения. Например, положительно отзывался о нём норвежский географ и путешественник Тур Хейердал [7]. До сих пор атлас имеет практическое применение в обучении, а также служит образцом для современных краеведческих атласов локального уровня.

Развитие идей и опыта В.Г. Васильева в сфере создания учебных географических (краеведческих) атласов

Научные и творческие идеи, а также практический опыт В.Г. Васильева

оказали значительное влияние и были учтены при разработке разнообразных атласов последующими поколениями специалистов в ряде регионов страны. На примерах наиболее значимых в жизни Василия Григорьевича регионов рассмотрим некоторые географические (краеведческие атласы).

В Смоленской обл. второй комплексный географический атлас региона был подготовлен на естественно-географическом и историческом факультетах Смоленского педагогического университета и был издан в 1997 г. (председатель ред. коллегии – канд. геогр. наук А.С. Кремень). В 1960-1963 гг. А.С. Кремень проходил обучение у В.Г. Васильева в Смоленском пединституте и в дальнейшем сохранил с ним длительные добрые отношения. При подготовке обновлённого атласа Смоленской обл. А.С. Кремень неоднократно консультировался с В.Г. Васильевым по многим вопросам, а также использовал в новом атласе ряд материалов первого издания 1964 года. Анатолий Семёнович неизменно подчёркивает заметный вклад Василия Григорьевича в процесс создания атласа Смоленской области 1997 года, а также несомненную преемственность между первым и вторым изданиями.

Атлас Смоленской обл. (1997) является учебно-справочным картографическим пособием с комплексным содержанием, имеет в своём составе 69 картографических изображений в масштабах от 1:30000 до 1:4000000 и предназначается для изучения географии, истории и культуры региона в различных образовательных учреждениях [6]. Содержание и геоизображения атласов Смоленской обл. 1964 и 1997 гг. в той или иной степени учитывались при разработке современных комплексных и специальных атласов этого региона (2004, 2012) [6].

В Ленинградской обл. и Санкт-Петербурге идеи и опыт В.Г. Васильева в сфере составления географических атласов нашли наибольшее отражение в деятельности ряда учёных-географов РГПУ им. А.И. Герцена – в особенности, докт. пед. наук С.В. Васильева и канд. пед. наук Т.В. Васильевой.

В 2004-2008 гг. коллективом авторов (Т.В. Васильева, С.П. Семёнов, В.П. Соломин, В.Д. Сухоруков, Д.П. Финаров, Л.В. Тарасова) под ред. С.В. Васильева и О.В. Гаврилова был выпущен учебно-методический комплекс «География (и экология) Санкт-Петербурга и Ленинградской области», состоящий из учебного пособия, рабочей тетради и методических рекомендаций для учителей [5]. УМК неоднократно переиздавался значительными тиражами и имеет активное применение в учреждениях общего, профессионального и дополнительного образования двух регионов.

Учебное пособие (главный компонент УМК) по сути представляет собой полноценный комплексный региональный атлас, который с помощью разнообразных карт, планов и схем, а также текста, рисунков, графиков, диаграмм и фотографий представляет полную географическую характеристику Ленинградской области и С.-Петербурга. Исходя из основного назначения УМК, здесь также представлены контрольные вопросы и проблемные задания.

В пособии представлены 67 карт и картосхем разных масштабов (1:150000 и крупнее, 1:300000-1:600000, 1:1500000-1:5300000, 1:6000000-1:60000000), некоторые из которых составлены с учётом картографических изоб-

ражений атласа Ленинградской обл. (1967). Заметное число картосхем пособия представлены в среднем и крупном масштабах, что соответствует позиции В.Г. Васильева о необходимости применения в обучении более подробных карт своей местности. Для решения разнообразных учебных задач определённый набор карт из учебного пособия преобразован в контурный вид и помещён в отдельную рабочую тетрадь. Также в содержание пособия были помещены фотографии из личного архива Василия Григорьевича. Опыт В.Г. Васильева был известен петербургским специалистам-географам, в разное время работавшим над учебными пособиями и атласами Ленинградской области и С.-Петербурга [4, 9].

В продолжение начинаний В.Г. Васильева и на основе его практических разработок, С.В. Васильевым и Т.В. Васильевой в соавторстве с другими петербургскими специалистами были изданы *краеведческие атласы городских районов С.-Петербурга – Невского (1997), Красносельского (1999) и Калининского (2002)* [7, 8]. Особенностью этих атласов стало наличие крупномасштабных карт (1:50000, 1:80000 и 1:48000 соответственно), а также усиление экологического компонента содержания – в состав были включены районные карты зелёных насаждений, радиационной обстановки, загрязнённости воздуха, почв и водных объектов, медико-географическая.

Атласы городских районов получили широкое признание в научной и педагогической среде, успешно применялись в системе географического образования. Атласы Невского и Красносельского районов вошли в юбилейный сборник картографического фонда Российской национальной библиотеки «Петербург. 300 лет на планах и картах» (2002). Атлас Калининского района был отмечен серебряной медалью Всероссийского конкурса педагогических достижений в Москве. В дальнейшем под авторством или при деятельном участии С.В. Васильева были изданы атласы Приморского (2001), Выборгского (2004) и Курортного (2004) районов С.-Петербурга [7, 8]. Важно отметить, что под влиянием идей и достижений В.Г. Васильева и С.В. Васильева краеведческие атласы городских и сельских районов стали появляться в других регионах России и государствах ближнего зарубежья.

Одним из актуальных направлений развития идей В.Г. Васильева является разработка (в типографском, рукописном или электронном видах) комплексных или тематических краеведческих атласов на территории даже совсем небольших размеров – отдельных городских или сельских поселений, малых муниципальных образований, городских микрорайонов, заказников и памятников природы, отдельных историко-архитектурных комплексов, местности вокруг школы и т.п. В таком случае наибольшее количество карт и планов подобного атласа должны быть исполнены в крупном масштабе, что согласуется с убеждениями В.Г. Васильева о важности разностороннего применения в обучении географии максимально подробных картографических изображений, особенно своей для обучающихся местности.

Разработка краеведческих атласов на пространства административно-территориальных единиц 3-го порядка планировалась уже С.В. Васильевым (как преемником идей В. Г. Васильева) на примерах отдельного сельского по-

селения в составе Демянского района Новгородской области, а также отдельного муниципального округа в составе г. Санкт-Петербурга.

Послесловие

21 июля 2022 г. со дня рождения В.Г. Васильева исполняется 100 лет. Современное научное сообщество помнит Василия Григорьевича как авторитетного учёного-географа, создателя концепции локального атласного картографирования, заслуженного педагогического деятеля и талантливого организатора. Около сорока лет его жизнь была неразрывно связана с ЛГПИ (РГПУ) им. А.И. Герцена. Василий Григорьевич честно и преданно служил избранному делу, щедро делился своими знаниями и опытом с учениками и коллегами, очень любил и ценил саму жизнь.

Литература

- [1] Атлас Демянского района Новгородской области / гл. ред. В.Г. Васильев. – СПб.: Салезианский центр «Дон Боско», 1997. – 32 с.
- [2] Атлас Ленинградской области / гл. ред. канд. геогр. наук А.Г. Дуров. – М.: ГУГК, 1967. – 82 с.
- [3] Атлас Смоленской области / отв. ред. канд. геогр. наук В.Г. Васильев. – Москва: ГУГК, 1964. – 32 с.
- [4] Атлас-справочник Ленинградской области / под ред. С.И. Богданова, Д.А. Субетто. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. – 252 с.
- [5] *Васильев С.В., Васильева Т.В., Гаврилов О.В., и др.* География Санкт-Петербурга и Ленинградской области: Учеб. пособие для 8-9 классов общеобразовательной школы / под ред. С.В. Васильева, О.В. Гаврилова – М.: Изд-во МГУ, 2008. – 88 с.
- [6] *Ватлина Т.В. Евдокимов С.П.* История атласного картографирования Смоленщины / От карты прошлого – к карте будущего: сб. науч. тр.: в 3 т. / отв. ред. С.В. Пьянков; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2017. – Т. 1. – С. 48-56.
- [7] Локальные атласы: научно-методический проект [Электронный ресурс] / С.В. Васильев, Т.В. Васильева, А.С. Мухин. – СПб.: 2010-2022. – Режим доступа: <https://local-atlas.ru/>, свободный (дата обращения 07.04.2022).
- [8] *Мухин А.С.* Современные атласы административных районов Санкт-Петербурга (1997–2017 гг.) / География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции / отв. ред. В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. – Т. II – С. 541-545.
- [9] Учебный географический атлас Ленинградской области и С.-Петербурга / отв. ред. Л.М. Вассершторм.– СПб.: СПб. карт. ф-ка ВСЕГЕИ, 2000. – 32 с.

S u m m a r y. The topics covered in the article are as follows: a brief biography of the Candidate of Geographical Sciences V.G. Vasiliev; his main scientific achievements; his contribution to the organization of the educational process at the Geographical Faculty of the A. I. Herzen LGPI; his activities in the fields of public education and nature conservation; his activity aimed at preserving the memory of the Great Patriotic War. The role of V. G. Vasiliev in the development of geographical atlases – regional atlases of the Smolensk and Leningrad regions and the first local atlas of the Demyansky district of the Novgorod region in Russia – is especially emphasized.

ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОСЕЛЕНЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ВОДНОГО ПУТИ «ИЗ ВАРЯГ В ГРЕКИ»

В.А. Низовцев¹, **В.А. Снытко**², В.А. Широкова², Н.М. Эрман²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, nizov2118@mail.ru

²ИИЕиТ им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва, erman.natalie@mail.ru

LANDSCAPE FEATURES OF THE FORMATION OF THE SETTLEMENT STRUCTURE OF THE HISTORICAL WATERWAY «FROM THE VARANGIANS TO THE GREEKS»

V.A. Nizovtsev¹, **V.A. Snytko**², V.A. Shirokova², N.M. Erman²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

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

Аннотация. Становление и функционирование исторического водного пути «Из варяг в греки» происходило благодаря формированию на них поселенческих систем с сетью опорных пунктов, жизнедеятельность которых была связано с натуральным хозяйством и целиком зависела от местной ресурсной базы и, соответственно, от ландшафтной структуры территории. Выявлено, что на разных отрезках исторического водного пути «Из варяг в греки» поселенческая структура резко отличалась в зависимости от зонально-ландшафтных условий. Были выделены четыре важнейших отрезка северной части этого пути, различающиеся по особенностям поселенческой и ландшафтной структуры: Волховский, Ильменский, Днепровско-Ловатский и Смоленско-Днепровский.

Ключевые слова: ландшафт, поселенческая структура, исторический водный путь «Из варяг в греки».

Введение

Своеобразие славянского расселения в VIII-IX вв. на севере Восточной Европы заключалось в том, что оно протекало в условиях формирования исторических водных путей «Из варяг в греки» и Балтийско-Волжского пути и сложения ранней государственности. Поступательное освоение этой территории невозможно было без формирования поселенческой структуры вдоль этих путей. Самая главная роль водных путей и поселенческой структуры с опорными пунктами заключалась в том, что они стали основой инфраструктуры и коммуникативным каркасом формирующегося древнерусского государства. Центрами складывающейся поселенческой структуры становились опорные пункты, своего рода протогорода, которые во многом и обеспечивали надежное функционирование по водным путям (обустройство причалов и волоков, охрану и т.д.) [2]. Несмотря на обширную историографию по историческим водным путям, выявление роли ландшафтных условий в многофакторных процессах формирования поселенческой структуры находятся все еще на стадии разработок.

Данное исследование выполнялось в рамках Комплексной экспедиции по изучению исторических водных путей России (КЭИВП). Главной целью экспедиции являлись исследование водных путей как целостных ландшафтно-историко-навигационных объектов. Особое направление работ составляло изучение структуры и иерархии культурно-исторических ландшафтов водных путей, исследование особенностей природных, антропогенных и культурно-

исторических комплексов этих ландшафтов, исследование становления поселенческой структуры и ландшафтных особенностей становления древнерусских городов неразрывно связанными с историческими водными путями [3, 4, 5].

Комплексная экспедиция по изучению исторических водных путей России организована Институтом истории естествознания и техники РАН им. С.И. Вавилова в содружестве с сотрудниками Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В разные годы в этих работах принимают участие сотрудники Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого, РГПУ им. А.И. Герцена, Смоленского гуманитарного университета и других учебных и научных учреждений.

Особая роль в научных исследованиях экспедиции, в разработках методологии, подготовки и осуществления полевых работ принадлежала член-корр. РАН Валериану Афанасьевичу Снытко (18.01.1939- 2.12.2021) (рис. 1). Широко эрудированный, необычайно доброжелательный Валериан Афанасьевич активно участвовал не только в научной части экспедиционных работ, но и во всех бытовых аспектах полевой жизни. К сожалению, данную завершённую работу к печати нам пришлось готовить уже без нашего товарища В.А. Снытко.



Рис. 1. В.А. Снытко. 2012 г. Река Днепр.

Регион исследований, объекты и методы

Районом исследования стала северная часть исторического водного пути «Из варяг в греки» в пределах современных границ России и Белоруссии. Путь проходил следующим маршрутом: Финский залив - река Нева - Ладожское озеро - река Волхов - озеро Ильмень - затем по Ловати или же по Куныи или Сережи, от которых волоком суда перетаскивали в районе нынешней деревни Волок в реку Торопа, приток Западной Двины. По Двине спускались до Каспи до ее истока в озере Каспля – далее очередной волок в речку Катынь, впадавшую в Днепр и по Днепру в Черное море. Во время полевых исследований на рафтах были пройдены Ладожский, Ильменско-Волховский, Западно-Двинский и Днепровский отрезки этого пути. Также были обследованы отдельные участки «Днепровско-Ильменского коридора».

Были выполнены ретроспективные реконструкции ландшафтной структуры ключевых участков с оценкой ресурсного потенциала ландшафтных комплексов ряда опорных пунктов (Старая Ладога, Новгород – Рюриково городище, Смоленск – Гнездово и др.) и их ближайшей округи. Главной задачей стало выявление ландшафтных условий, особенностей формирования и развития поселенческой структуры. Главным методом исследования стал сопряженный анализ исторических, археологических и географических материалов с составлением серии историко-географических карт с использованием новейших компьютерных технологий и составлением специфических ландшафтно-исторических ГИС. На основе диахронического метода (рассмотрение и изучение сущностно-временных изменений, произошедших с объектами исследования) выполнена периодизация становления поселений. Результаты анализа структуры расселения показали, что на исследуемой части исторических водных путей можно выделить два основных этапа расселения и хозяйственного освоения территории, становления поселенческой структуры и древнерусских городов на них: с VIII по X века (ранний) и с X по XIII век (поздний) [6].

Важным способом исследования стало ландшафтно-историческое картографирование с составлением серии разновременных карт на ключевые участки, отражающих становление городских ландшафтов на определенном историческом этапе в конкретных природных условиях. Все карты для каждого ключевого участка созданы в электронном векторном виде для визуализации в среде MapInfo в единой системе координат. Вся информация в картах представляется в виде конкретных согласованных картографических слоев с пронумерованными выделами с атрибутивными таблицами, содержащими номера выделов и текстовые характеристики легенд к ним. Все слои интегрированы в соответствующую тематическую карту и единую историко-географическую ГИС. В свою очередь тематические карты также интегрированы в единую геоинформационную систему. Это позволяет быстро вычленять необходимый информационный слой или, наоборот, интегрировать их для последующего анализа или синтеза. Кроме того, наличие рабочего набора сохраняет авторское оформление карт, при создании которых использовались общепринятые в ландшафтоведение приемы, поэтому в таком виде они будут лучше и быстрее читаться специалистами [1].

Результаты и обсуждение

Для выявления особенностей поселенческой структуры в северной части пути «Из варяг в греки» были обработаны данные по археологическим памятникам древнерусского периода (свыше 200 селищ и 88 городищ). Они были привязаны и нанесены на ландшафтную карту. Практически на всей территории северной части пути «Из варяг в греки» сформировалась своеобразная поселенческая очагово-линейная структура с сетью опорных пунктов. На самом первом этапе славянское заселение территории шло вдоль водного пути одиночными укрепленными дворами. Со временем с освоением территории и развитием торговли, в первую очередь, вокруг однодворок на реках и на волоках между ними возникали опорные пункты, расположение которых было подчинено нуждам

торгового пути, обеспечивающими ему надежную охрану и бесперебойное функционирование, т.к. нужно было поддерживать в надлежащем состоянии волоки, портовое хозяйство и т.д. и сборные торговые пункты. Эти опорные пункты становились основой (своего рода протогорода) дальнейшего развития городов. Так как вся их жизнь основывалась на натуральном хозяйстве, то вокруг них формировалась, своего рода сельскохозяйственная округа.

Анализ ландшафтной приуроченности поселений древнерусского периода показал, что большинство селений было привязано, кроме вышеуказанных, к приречным участкам речных долин, отдельным фрагментам надпойменных террас и прилегающим участкам долинных зандров, т.е. ложбинам стока ледниковых вод. В геоэкологическом плане эти участки обладают наиболее оптимальными в данных районах свойствами для земледелия. Сами ложбины стока были довольно сложно устроены и состояли из различных (порой контрастных) по природным условиям частей (днища и их тальвеги, склоны, борта). Различия по увлажнению, трофности и почвам достигали несколько градаций. Следует отметить, что и сами волоки прокладывались также по ложбинам стока «межбассейновым переливам», соединявшим крупные ложбины стока. В ландшафтном плане они имеют сходную структуру и геоэкологические условия, поэтому здесь также возникали первые поселения. Освоение морено-холмистых ландшафтов начинается здесь, как и в других районах лесной зоны Центральной России, в XIII-XIV вв., так называемый «взлет на холмы» [6].

В результате были выделены четыре важнейших отрезка этого пути, различающиеся по особенностям поселенческой и ландшафтной структуры. Волховский – поселения располагались преимущественно ниже Волховских порогов, в прибрежной части на плоской водно-ледниковой аккумулятивной равнине с мелкими камами и озами. Частота расположения поселений соответствовала дневному переходу торговых судов. Ильменский - осваивались и заселялись в первую очередь возвышенные останцы вдоль берега озера Ильмень, и устья впадающих в него рек. На позднем этапе происходит уменьшение числа поселений на восточном берегу Ильменя и увеличение количества поселений непосредственно возле Новгорода. Днепровско-Ловатский - в этом наиболее густонаселенном отрезке поселения возникали преимущественно вдоль волоков. Смоленско-Днепровский - на территории с преобладанием вторичных моренных ландшафтов московского оледенения возникали поселения в период после X века, а на территории с хорошо выраженным ледниковым рельефом валдайского оледенения и более контрастной и разнообразной ландшафтной структурой – поселения возникали еще до X века.

В результате проведенных исследований был выявлен ряд особенностей становления древнерусских городов этого пути. На раннем этапе с VIII по X века места для строительства городов (протогородов) выбирались с учетом их безопасности, с относительно простой ландшафтной структурой, на низких элементах рельефа. Позднее с X по XIII век происходит их расширение или даже «перенос» на более высокие участки (высокие террасы, долинные зандры,

приречные моренные равнины) с более сложно устроенной ландшафтной структурой и более богатой ресурсной базой.

Выводы

На территории северной части пути «Из варяг в греки» сформировалась поселенческая очагово-линейная структура с сетью опорных пунктов. Выделено четыре основных отрезка, различающиеся особенностями поселенческой структуры и ландшафтно-зональными условиями. Формирование поселенческой структуры обусловлены положением в конкретных ландшафтных условиях, чаще всего экотонным (пограничным в ландшафтном плане), с наиболее благоприятными ландшафтными условиями для занятия земледелием и развития пастбищного хозяйства. Местные ландшафты обладают сложной структурой с ландшафтными комплексами, отличающимися разнообразными, а порой и контрастными природными свойствами.

Литература

- [1] *Низовцев В.А.* Ландшафтно-историческое картографирование с применением ГИС-технологий лесных областей Русской равнины // Геология, геоэкология, эволюцион. география. Т. IX – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. - С. 167-173.
- [2] *Низовцев В.А., Дмитрук Н.Г., Снытко В.А., Широкова В.А., Эрман Н.М.* Путь «Из варяг в греки» глазами географов // География и геоэкология. Проблемы развития Балтийского региона. – В. Новгород: НовГУ, 2012. – С. 286-293.
- [3] *Низовцев В.А., Постников А.В., Снытко В.А., Фролова Н.Л., Чеснов В.М., Широков Р.С., Широкова В.А.* Исторические водные пути Севера России (XVII–XX вв.) и их роль в изменении экологической обстановки. - М.: Типография «Парадиз», 2009. 298 с.
- [4] *Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А., Фролова Н.Л., Дмитрук Н.Г., Чеснов В.М., Н.А. Озерова Н.А., Широков Р.С.* Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. - М.: «Акколитъ», 2013. 376 с.
- [5] *Широкова В.А., Снытко В.А., Чеснов В.М., Фролова Н.Л., Низовцев В.А., Дмитрук Н.Г., Широков Р.С.* Вышневолоцкая водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. - М.: «Куна», 2011. 316 с.
- [6] *Эрман Н.М., Низовцев В.А., Харламова Т.О.* Ландшафтные исследования древнерусских городов на исторических водных путях северной части Европейской территории России // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Минск: изд-во БГУ, 2018. - С. 85-88.

S u m m a r y. The formation and functioning of the historical waterway "From the Varangians to the Greeks" occurred due to the formation of settlement systems on them with a network of strong points, the vital activity of which was associated with subsistence farming and entirely dependent on the local resource base and, accordingly, on the landscape structure of the territory. It was revealed that on different sections of the historical waterway "From the Varangians to the Greeks" the settlement structure differed sharply depending on the zonal landscape conditions. Four most important segments of the northern part of this route were identified, depending on the features of their settlement and landscape structure: Volkhovsky, Ilmensky, Dnieper-Lovatsky and Smolensk-Dneprovsky.

«ЗАПАДНО-ВОСТОЧНЫЙ ДИВАН» ГЕТЕ: К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОСТРАНСТВА ВСТРЕЧИ КУЛЬТУР В ЭКОФИЛОСОФСКОЙ КАРТИНЕ МИРА

Э.В. Баркова

*Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва,
barkova3000@yandex.ru*

GOETHE'S «WEST-EASTERN SOFA»: TO THE STUDY OF THE SPACE OF THE MEETING OF CULTURES IN THE ECO-PHILOSOPHICAL PICTURE OF THE WORLD

E.V. Barkova

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow

Аннотация. В контексте представления о Земле как Экомире, включающем в свою историю не только богатство био-, но и культурно-разнообразия, обоснована роль содержательности встреч культур и освоения границ в их соединяющем значении. «Западно-восточный диван» Гете показан как первый в истории мировой культуры опыт осуществления содержательного западно-восточного литературно-культурного синтеза. Это произведение - свидетельство того, что не любые уровни встреч могут стать проводниками востребованной сегодня жизнесохраняющей направленности ценностей культуры, совершенствующей человека.

Ключевые слова: жизнесохраняющая функция наследия, «Западно-восточный диван» Гете, экофилософия, синтез, встреча культур, перспективы планетарного бытия, экосистемы Земли.

И проснется жизнь, и в недрах
Вспыхнет жидущая сила,
Чтобы все цвело и пахло,
Что Земля в себе носила.
[7, с. 18].

Введение

Границы между Западом и Востоком, Севером и Югом как в обыденных, так и научных представлениях о жизни Земли, ее природе и культурах, чаще интерпретируются в их разделяюще-разграничивающем значении, тогда как они заключают в себе и противоположный – связывающе-соединяющий смысл. Восхождение именно к этому смыслу сегодня оказывается задачей, важной не только в теоретическом, но и в практическом отношении, ориентирующем на поиск путей сближения культурных пространств, народов, согласования интересов, жизнесохраняющих ценностей и идеалов.

Речь – не только о лежащем на поверхности взгляде на возможности дипломатическим путем разрешать острые экономические и политические противоречия, но о взгляде на *самоценность планетарного бытия в его целостности как уникального сокровища и звена в развитии универсальной эволюции Вселенной*. С этой точки зрения, границы – лишь условные линии связей, а вся Земля во всей ее истории с особенностями географических пространств, богатства био- и культурно-разнообразия – уникально-целостный *Экомир*, доставшийся нам в наследство от всех предшествующих поколений. И сегодня судьба этого Экомира, как и содержание его пространственно-временного континуума в бу-

душем оказывается *в зависимости* от уровня самосознания и *масштаба культуры современного человечества как субъекта своего Эко-Дома*, от полифункционального понимания разделяющих культурные миры границ и творческой воли, в т.ч. исследователей, к освоению целостности культуры и всего планетарного бытия.

Из такого космопланетарно-философского взгляда на Землю как Экомир и, более того, как на морфонишу – часть еще более многомерной экологической ниши, какой является наша Вселенная в пространстве космоса – следует вывод о связности и воздействии общего состояния планеты, ее энергетики, включая мыследеятельность, мировоззрение, направленность активности субъектов на перспективы человечества, формирование ноосферы и содержание исторического времени. И потому, бесспорно, прав А.Г. Васильев: *«Это требует от мировой науки своевременной и адекватной диверсификации комплекса традиционных экологических научных направлений, осознания их взаимных связей и появившихся новых возможностей»* [6, с. 10].

В теории природного и культурного наследия, вследствие этого, актуализируется поиск таких культурных ландшафтов и продвижение таких идей, которые являются носителями универсальных жизнесохраняющих кодов и экоориентированного мироотношения [3]. Наиболее перспективными с этой точки зрения оказываются пространства встреч культур, которые происходят на основе взаимного признания ценностей друг друга. Такие пространства встречи, способные оказывать влияние на будущее планетарного бытия, существовали в прошлом и существуют сегодня, и в концептуальном пространстве теории наследия они могут быть открыты как в горизонтально-пространственном, так и во вертикально-временном измерениях культуры Земли, т.е. быть представленными как встречами культур разных регионов. так и разных веков [4].

В этом контексте обращение к творчеству великого немецкого поэта, философа-Просветителя, драматурга, крупного ученого и общественного деятеля XVIII века *Иоганна Вольфганга Гёте (1749-1832)* и его *«Западно-восточному дивану»* как высокому образцу востребованного сегодня типа мышления и его культурного кода – концентрации в пространстве встречи высокой нормы человеческого в человеке и идеала Культуры Земли, – сегодня исключительно востребовано.

Цель. Обосновать смысл этого произведения и, во-первых, показать его как *первый в истории мировой культуры состоявшийся* благодаря творчеству гения и одного из самых образованных людей своего и не только своего исторического времени, *реальный западно-восточный литературно-культурный синтез*, ставший одним из крупных достижений в наследии человечества, а во-вторых, выявить *общую модель и ключевые аспекты востребованного сегодня в аспекте развития экологии человека, культуры и природы направления гуманитарно-научного поиска.*

Методы

Такой работе соответствует «оптика» *экофилософского исследования*, аксиологически ориентированная на сохранение и совершенствование Эко-мира Земли как родного Дома человечества со всем его био- и культурно-разнообразием и, прежде всего, высшими достижениями духовного и материально-культурного развития. Под экофилософией, уточним, мы понимаем выходящее далеко за пределы анализа лишь системы «общество-природа» направление знания, включающего в свой предмет эко-антропологические, социально- и культурно-экологические исследования, восходящие в своей методологии к философии космизма и опыту высших достижений всех культур мира, в которых открывается связь конечного с бесконечным, вечного с временным в жизнесохраняющем измерении.

В статье также актуализируются также методы научного гуманитарно-культурного освоения мира, включая необходимые для выявления современного смысла «Западно-восточного дивана» Гете принципы исторического и литературоведческого исследования.

Генезис и основания проблемы

Прежде всего, подчеркнем, что начиная с ранних этапов развития культуры, сохранилось множество документов путешественников, ученых, художников, торговцев, дипломатов с описаниями увиденных ими чужих земель и их «чудес», открытий, находок, включая рассказы о достижениях в области художественно-эстетической жизни. Наступившая, однако, эпоха становления капитализма внесла в этот процесс нечто принципиально новое: реакцией на грабительскую политику европейских колонизаторов, их жестокость в отношении жителей завоеванных колоний и появившуюся тогда же апологетическую литературу – процесс, который завершился созданием колониального романа, появились и публицистические и художественные тексты иного рода. В них звучал голос тех представителей европейской культуры, которые выражали чувство протеста, охватившего их стыда за преступления Запада на Востоке.

Однако до «Западно-восточного дивана» Гете это были произведения, героями которых были либо идеализированные благородные индийцы или индейцы, благодетельные и наивные дикари, либо литературные персонажи Востока, на которых переносились идеалы эпохи Просвещения, тогда как сам Восток оставался красивой, но все же внешней картинкой-декорацией, необходимой авторам для изложения собственных идей. Вспомним в этой связи, например, «Персидские письма» Монтескье или «восточные» произведения Вольтера.

Вне сомнения, исключительна роль в подготовке философского мышления и типа мировидения Гете, как и всего современного представления о целостности мировой культуры, немецкого просветителя, учителя и предшественника поэтов-романтиков Гердера и его Сборника «Голос народов», где впервые были собраны песни многих народов, а их анализ дан – и тоже впервые – с точки зрения принципа историзма. Т.ч. в известном смысле сама идея осмысления пространства дружелюбной встречи культур в XVIII веке как бы уже «витала в воздухе».

Но ее гениальное осуществление в написанном в течение пяти лет с 1814 по 1819 год Сборнике лирически-жизнелюбивых стихотворений «Западно-восточный диван» – бесспорно, личное достижение Гете. Позднее Г. Гейне о нем скажет: «Волшебное чувство наслаждения жизнью вложил Гете в эти стихи, и они так легки, так блаженны, так похожи на дыхание, так воздушны, что удивляешься, как нечто подобное мыслимо на немецком языке» [1, с. 359]. По-видимому, стимулом к этой работе стало знакомство Гете в 1814 году с «Диваном», т.е. собранием стихотворений, персидского поэта XIV века Хафиза, который был переведен на немецкий язык.

Проблема самоопределения субъекта в пространстве встречи культур

Однако, Гете воспринял не только красоту языка и способность поэта чувствовать «аромат» и притягательные черты восточной поэзии с ее интуициями, чувство-знанием ценности любви и понимания природы. В этом произведении он впервые создал принципиально новый тип произведения, в котором решена трудно решаемая и сегодня проблема – самоопределения личности в пространстве встреч и полилогов многоликого мира, или проблема самосохранения и развития самосознания человека как субъекта своей культуры и носителя своего мировидения в пространстве коммуникаций.

Действительно, каждый человек – независимо от континента или страны и сегодня оказывается перед постановкой той же проблемы – какой должна быть позиция человека культуры в эпоху глобализации. Как, с одной стороны, не раствориться в пространстве чужой культуры и ее ценностей, не стать «межкультурной» личностью, утрачивающей собственное лицо, свою индивидуальность и неповторимость, а с другой, не абсолютизировать ценности своей цивилизации как единственно высокой, а потому не смотреть снисходительно или, тем более, агрессивно на представителей других культур.

Гете – как немецкий поэт и мыслитель искренне, открыто, энергично любил и блестяще знал немецкую культуру, немецкий народ: «Не считайте меня равнодушным... Германия бесконечно дорога и моему сердцу. Нам лично остается пока каждому, в меру его талантов, его призвания, его положения трудиться над воспитанием своего народа, над укреплением и распространением этого воспитания во всех направлениях, и наверху, и внизу, чтоб он не отставал от других народов» [9].

И атмосфера, в которой он рос, казалось бы, не способствовала развитию личности, выходящей за пределы достаточно узкого, принятого в его среде мировоззрения. По словам А.В. Луначарского, в доме, где вырос Гете, царил «изумительный уют», ... «от этих комнат, окон, обстановки веет довольством, какой-то закругленной законченностью, где ничто не говорит об избытке и роскоши, но нет никаких следов или намеков на бедность» [8, с. 356].

И нужна была гениальность, а, кроме того, большая работа по изучению, – сначала философии Спинозы, потом культур Древней Греции, Италии, творчества Шекспира, Байрона, Пушкина, которому он послал свое перо; еще неизвестного на своей Родине французского писателя Стендаля, – чтобы сформиро-

вать собственный общекультурный «стержень», позволивший оценить стихи поэтов Востока.

Интересно, что уровень знаний Востока Гете был настолько совершенным, что позволил сегодня – вероятно, представителю исламского мировоззрения, – поставить «новый вопрос, над которым следует подумать ученым: «А не был ли Гёте мусульманином?» [8]. Вероятно, мусульманином Гете все же не был, но масштаб его знаний Запада и Востока – основа встречи достойных друг друга культур – впечатляет. Глубокое проникновение в смыслы и символы Корана, Авесты, иранской классической поэзии, творчество арабского поэта Омара, индийского поэта Калидаса, газелей Хафиза, Саади – основа стихотворного западно-восточного синтеза, который Гете дополнил приложением «Статьи и примечания к лучшему уразумению Западно-восточного дивана». В примечаниях Гете – ученый-культуролог, исследователь, а в «Диване» – поэт.

«Как исследователь, Гете сумел сказать много нового и глубокого о характерных чертах восточной поэзии, прежде всего классической поэзии на фарси, хафизовских стихов, но еще больше, чем раскрывает нам в «Примечаниях» Гете-исследователь, угадывает в «Диване» Гете-поэт». [5, с. 573-574]. По словам самого Гете, в Примечаниях он наблюдает как зритель, рассказывающий о внешней стороне, многообразии, символике цветов, орнаментальности сравнений, метафор, формальных особенностях поэзии. Тогда как – и это главное – как поэт, Гете, по точному слову И.С. Брагинского, *«творческий продолжатель высших достижений восточной, и прежде всего фарсиязычной, поэтики...»*. В этом смысле наиболее глубокая разгадка характера восточной поэзии в сопоставлении ее с пластикой классической античной скульптуры дана в стихотворении «Песнь и изваяние» [5, с. 574].

Пусть из глины грек творит,
Движим озарением,
И восторгами горит
Пред своим творением, -
Нам милей глядеть в Евфрат,
В водобег могучий,
И рукою поводить
В глубине текучей [7, с. 15].

Отчетливо-ясной, завершенной в своей гармонии пластике культуры Древней Греции Гете противопоставил внутренне изменчивую, зыбкую стихию иносказательных смыслов и многозначности слова в восточной поэтической культуре.

Лишь на первый взгляд можно предположить, что Запад и Восток могут быть таким образом представлены как простая суммативная целостность, что в «Диване» «западное – это содержание, а восточное – его форма, игра намеками и иносказаниями. На самом деле это не так. Что касается формы «Дивана», то в ней не меньше западного, чем восточного: система стихосложения, элементы народной немецкой песни, западные образцы, в том числе из античной мифологии» [5, с. 577]. И также много в содержании – восточного, о чем свидетель-

ствуют его образы и идеи, в которых Гете раскрывает свой идеал жизни, человека, смысла бытия.

Выводы

Таким образом, «Западно-восточного диван» Гете – свидетельство того, что не любые уровни встреч могут стать проводниками востребованной сегодня жизнесохраняющей направленности и совершенствующей человека и Экомир Земли культуры. Творческое продолжение высоких традиций культурного наследия возможно на основе развития уровня самосознания и самоопределения в сложном аксиологическом пространстве, оно требует основательных знаний, образованности – условия отбора обладающих миротворческим и жизнеутверждающим ресурсом достижений и сохранения уважительно-ученической позиции по отношению к вершинам достигнутого всеми народами и во все времена.

Литература

- [1] Артамонов С.Д., Гражданская З.Т. История зарубежной литературы XVIII века. Уч. пос.- М.: Гос.учебно-педагогич. изд-во. 1956. – 488 с.
- [2] Аюпова Д.И. Синтез Запада и Востока в «Западно-восточном диване» Гёте / Д.И. Аюпова // Молодой ученый. - 2014. - № 7 (66). - С. 621-623. - URL: <https://moluch.ru/archive/66/10824/> (дата обращения: 25.02.2022).
[/https://moluch.ru/archive/66/10824/](https://moluch.ru/archive/66/10824/)
- [3] Баркова Э.В. Роль экорациональности в формировании методологии теории природно-культурного наследия // Право и практика. 2016. № 4. С. 142-146.
- [4] Баркова Э.В. Экофилософская картина мира в историко-персонологическом освоении культурного наследия // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 20-й междунар. научной конф., в двух частях. Минск, 2020. С. 7-10.
- [5] Брагинский И.С. Западно-восточный синтез в «Диване» Гете // Гете И.В. Западно-восточный диван. – М.: Наука.1988. С. 572-600
- [6] Васильев А.Г. Концепция морфониши и эволюционная экология. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. – 315 с.
- [7] Гете И.В. Западно-восточный диван. – М.: Наука.1988. – 896 с.
- [8] Цит по: Артамонов С.Д., Гражданская З.Т. История зарубежной литературы XVIII века. Уч. пособие.- М.: Гос. учебно-педагогическое изд-во. 1956. – 488 с.
- [9] Цит по: Роллан Ромен Спутники [Текст] / Ромэн Роллан; Пер. с фр. Л. и А. Соболевых; Предисл. Ив. Анисимова «Ромэн Роллан и мировая культура». - М: Гослитиздат, 1938 (11-я тип. Мособлполиграф). - 304 с. [/https://search.rsl.ru/ru/record/01005328060](https://search.rsl.ru/ru/record/01005328060)

S u m m a r y. Goethe's «West-Eastern Divan» is shown as the first experience in the history of world culture in the implementation of a meaningful West-Eastern literary and cultural synthesis. This work is evidence that not any level of meetings can become conductors of the life-saving orientation of the values of culture that is in demand today, improving a person. From the standpoint of ecophilosophy, the origins of the creation of the «West-Eastern Divan» and its heuristic potential in modern culture are explored. In the process of analysis, aspects of the direction of humanitarian and scientific research that are in demand today in terms of the development of human ecology, culture and nature are revealed.

СТАНОВЛЕНИЕ ОЗЕР ФЕНОМЕНОМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Ал.А. Григорьев

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

THE FORMATION OF LAKES AS A PHENOMENON OF CULTURAL HERITAGE

Al.A. Grigoriev

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

Аннотация. Вокруг озер может формироваться геокультурное пространство, базирующееся на природных особенностях озера, с которыми тесно связаны историко-культурные события, происходившие на озере. Предпринята системная оценка подобных озер с целью определения признаков-индикаторов, позволяющих причислять такие озера к объектам культурного наследия. Среди них – топонимы, предания, рукотворные сооружения на побережье, в том числе священные объекты, отображение озера, природно-культурных событий в зеркале писателей и художников. Новый подход к озерам расширяет возможности и выдвигает дополнительные требования к их охране и организации туризма.

Ключевые слова: культурное наследие, топонимы, предания, рукотворные сооружения, озера.

Введение

Исследовательские данные свидетельствуют, что вокруг озер (включая их самих) может формироваться геокультурное пространство [1-4]. Это происходит в том случае, когда природные особенности озера влияют на историко-культурные события, происходящие на его берегах (рис. 1).

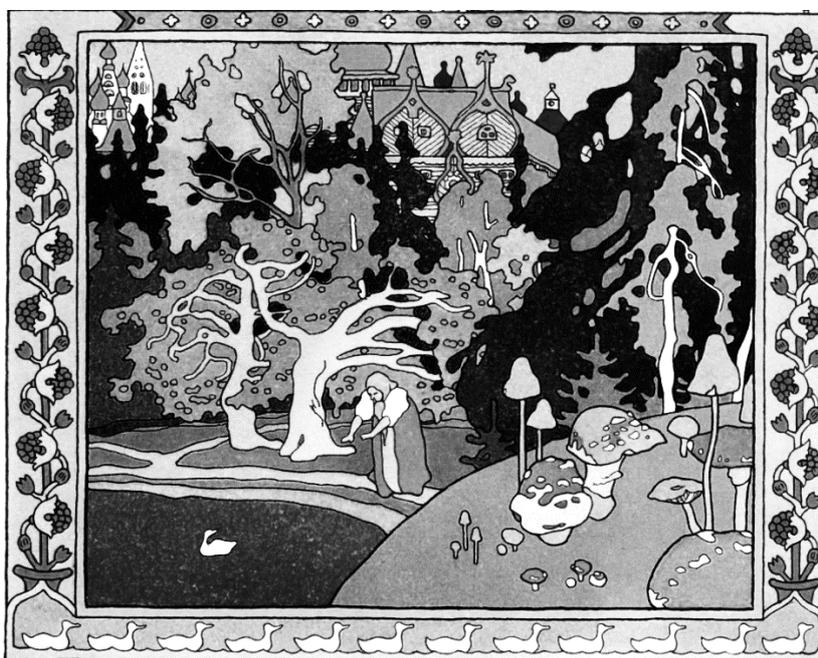


Рис. 1. Лесное сказочное озеро.

Илл. худ. Ивана Билибина к сказке «Белая уточка» [5].

Такие озера становятся частью менталитета обитателей его окрестностей, феноменами культурного наследия. Прежде всего, они (в том числе безымян-

ные озера) запечатлеваются в народном творчестве, например, в преданиях, изображениях, сказках.

Объекты и методы

Среди признаков-индикаторов, на основе которых озера формируются таковыми являются предания, топонимы, рукотворные сооружения, в том числе священные объекты, а также отображение таких озер в народном творчестве и в работах мастеров пера и кисти (рис. 1).

Озера, как геокультурные феномены, имеют две составляющие – природную и историко-культурную. Причем природная служит основой (своего рода катализатором) формирования культурной составляющей. Привлекая внимание людей как своими естественными свойствами, так и своей красотой – понятием оценочным, свойственным людям и присущим культуре. Именно самые разнообразные природные явления, прежде всего, и влияли на возникновение преданий, формирование топонимов, возникновение рукотворных сооружений. Эстетическая оценка озер, номинация их в числе красивых, также может включать озера в геокультурное пространство. Таково, например, озеро-пруд (рис. 2) в Царском селе (хотя первостепенными являются само здание дворца, другие архитектурные сооружения-шедевры, а также пребывание в парке юного Пушкина).

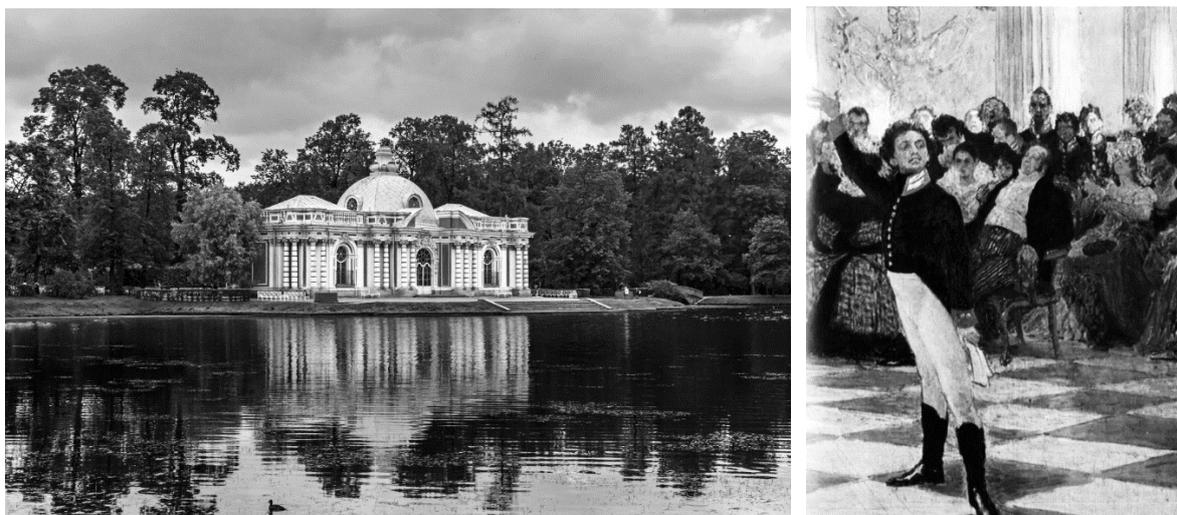


Рис. 2. Большое озеро-пруд в Царском селе. Павильон Грот. Справа Илья Репин. «Пушкин на Акте в Царскосельском лицее 9 января 1815. Худ. И. Репин.». 1910 г. Источники: слева [6], справа [7].

На нашей планете, особенно в ее северных районах, тысячи озер. Большинство из них не формирует геокультурное пространство, являясь чисто природными объектами. Озера, по тем или иным признакам вошедшие в менталитет людей, ставшие их культурным наследием, несут информацию о прошлом народа. - Являясь индикатором событий, происшедших в его жизнедеятельности. Такого рода знания необходимы для выявления тенденций развития как отдельного народа, так и человечества в целом.

Обсуждение

Примечательно, что озера становились культурным наследием с древнейших времен. Об этом, в частности, свидетельствуют мегалитические сооружения на их побережьях и на дне некоторых озер, а также петроглифы. Они создавались не случайно, а преднамеренно, тяготея к отдельным «выбранным» озерам. Таким образом возраст, по крайней мере некоторых из появившихся объектов культурного наследия достигает нескольких тысяч лет до новой эры.

Связка объектов природы (озер) и культуры позволяет дать дополнительную информацию о воздействии явлений, присущих котловине озера и водной массе на сооружения на его берегах и дне. – Особенно значимую в случае ее катастрофического характера. Дополнительным источником данных в этом отношении могут послужить предания (рис. 3), а также топонимы. Отображение озер писателями, поэтами и художниками также помогает формированию геокультурного пространства, включая и рукотворные сооружения.



Рис. 3. Озеро Лох-Несс (Великобритания) и монстр. Памятная монета, выпущенная немецким монетным двором MCI [8].

Следует отметить, что в отношении немногих объектов Всемирного наследия существует их номинация по ландшафтному принципу. То есть выделяется культурный объект вместе с окружающим ландшафтом, его вмещающим. Такой подход справедлив к феноменам культурного наследия любого ранга. Однако он односторонен. Поскольку не включает само озеро, на котором этот объект расположен. Вспомним, что топонимы, наименования озер обычно обусловлены совместными природными и культурными аспектами. То же самое относится и к преданиям. В обоих случаях само озеро играет первостепенную роль в формировании его геокультурного пространства.

Озера настолько значимы и привлекательны для человека, что иногда они образно называются глазами Земли. В России даже известны стихи и песня с куплетом (Кима Рыжова и Александра Колкера), правда, только об одном регионе страны, наиболее богатом озерами:

Долго будет Карелия сниться
Будут сниться с этих пор
Остроконечных елей ресницы
Над голубыми глазами озер...

Если при этом вспомнить такую гипотезу (Джеймса Лавлока) о нашей планете как «Гайя» (Гея), как о некоем живом организме, то озера действительно можно ассоциировать с глазами Земли (также как и реки с кровеносными артериями). Разумеется, все сказанное всего лишь гипотеза. Однако она явно подчеркивает необычный природный характер озер, тесно связывая их с человеком. – И, как показано в этом докладе, - некоторые из них с его культурой.

Озера наряду с горами занимают первые места среди почитаемых (священных) природных объектов (рис. 4). И это не случайно. Поклонники различных вероисповеданий обычно стремятся к берегам озер, выбирая их как места спокойствия, уединения от мирской суеты, считая их лучшими для общения с верхним миром. Среди них озеро Светлояр (в Нижегородской области), на дне которого, спасаясь от недругов, согласно преданиям, сокрылся город Китеж (рис. 4).



Рис. 4. Озеро Светлояр. Нижегородская область. Аэроснимок [9].

Некоторые весьма известные обители (монастыри), а также церкви, часовни возникли на Севере среди таежных лесов, на островах на озерах. Иногда некоторые из таких озер тоже становились священными, причем все озера формировали геокультурное пространство.

Озера, вошедшие в менталитет людей как объекты культуры, являются памятниками культурного наследия разного уровня – «личной вселенной», районного, регионального, национального и всемирного масштабов. Феномены «личной вселенной» - такие озера, которые значимы по культурным признакам для ограниченного количества людей, например, жителей одной деревни и даже нескольких или одного человека. Озера как объекты национального уровня отражают события, значимые для одного или нескольких народов государства. Наконец, отдельные озера, с которыми связаны историко-культурные события, значимые для человечества в целом, должны быть номинированы как Всемирное культурное наследие. На территории зарубежных государств, например, таковыми могут быть такие озера как Тана в Эфиопии, Генисаретское (Галилейское) в Израиле, Титикака в Боливии и Перу (рис. 5).

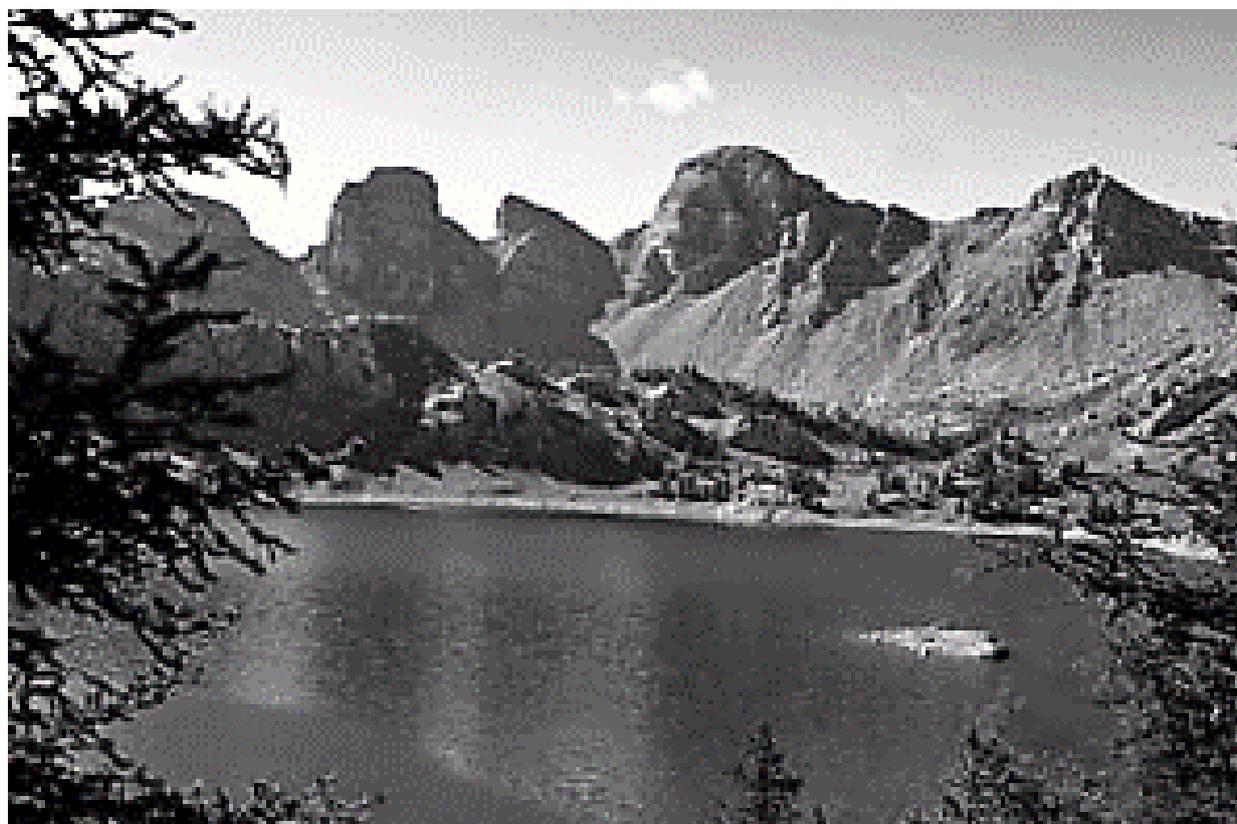


Рис. 5. Озеро Титикака с огромным мегалитическим каменным изваянием головы человека в береговых скалах, Анды [10].

Примечательно, что озера несут информацию о своем прошлом, о событиях, происшедших с ними и повлиявшими на геокультурное пространство. Некоторые поэты воспевают озера как некие «мыслящие» феномены, что, конечно, не доказано. Однако, то, что человек, находясь на озере (или на его берегу) и, как уже говорилось, благодаря его красоте, входит в некий контакт с ним, - очевидно. – Озеро влияет на состояние души человека.

Озера можно рассматривать как знаки, прежде всего, ландшафтов, в которых они находятся. Одновременно отдельные озера служат индикаторами историко-культурных событий. Некоторые из озер запечатлены на государствен-

ных бумагах, монетах и медалях (рис. 3). При этом на вряд ли изображение озер показывает их важную роль только в природном отношении. В частности, это касается таких озер как Тана в Эфиопии, Генисаретское в Израиле. Ведь в природном отношении они не имеют выраженных значимых притягательных особенностей. Культурное значение этих озер явно превосходит природное.

Таким образом, на государственных атрибутах озера изображаются в значениях двойкой ипостаси, природной и культурной (вторая из них, по-видимому, подразумевается). То же самое следует отметить для изображений рукотворных культурных объектов на берегах озер (например, Валаамского монастыря). Именно в таком отношении многие озера выступают как важнейшие знаковые феномены отдельных государств. А некоторые из них представляют даже символы страны (например, Титикака для Боливии и Перу, Иссык-Куль для Киргизии).

В настоящее время озера и, прежде всего, знаковые подвергаются сильному антропогенному давлению, в результате которого постепенно деградируют. Сказанное в нашей стране относится к Байкалу, Ладожскому озеру. За рубежом в наибольшей степени пострадало расположенное на территории Казахстана и Узбекистана Аральское море-озеро (рис. 6).



Рис. 6. На осушившемся дне Аральского моря-озера: ржавый корабль и коровы [11].

Примечательно, что высыхание и гибель Арала были предсказаны не специалистами, а поэтом-провидцем Николаем Клюевым еще в 30-е годы 20 в. в стихотворении «Разруха».

Выводы

Человек знакомится с озерами с детских лет, слушая сказки, предания о событиях, происшедших на озерах, разглядывая их на картинах мастеров кисти. И затем, знакомясь с ними в творчестве писателей и поэтов. Таким образом в менталитете людей возникают стойкие образы озер – элементов культуры. Они

привязывают людей к родному ландшафту, к земле, к своему отечеству. И в этом состоит их большое патриотическое значение. Сказанное особенно относится к нашей стране, к нашим соотечественникам. - Которым приходится отстаивать само слово Родина от всякого рода либералов-отщепенцев, как зарубежных, так и собственных (а это является весьма значимым для образования в государственных педагогических учреждениях). Вспомним пронзительные строки русского поэта Сергея Есенина (в стихотворении «Запели тесаные дроги», 1916 г.):

О Русь — малиновое поле
И синь, упавшая в реку, —
Люблю до радости и боли
Твою озерную тоску.

Озера в России – это не только наше природное, а некоторые из них и культурное наследие. Это часть нашей Родины. Неотъемлемая и знаковая.

Литература

- [1] Григорьев Ал.А. География Всемирного Наследия. (Учебное пособие для вузов). М.: Юрайт., 2018. -298 с.
- [2] Григорьев Ал.А. География культуры. (Учебное пособие для вузов). М. Изд. Юрайт, 2021. - 372 с.
- [3] Григорьев Ал.А. Озера как феномен культурного наследия // Географическая среда и живые системы (Московский гос. областной университет). 2022. № 2. С. 128-141.
- [4] Григорьев Ал.А., Паранина Г.Н. Культурная география: шаг к истокам? // Вестн. С.-Петербур. ун-та, Сер.7, 2011. Вып. 3. С. 56-72.
- [5] <http://900igr.net/up/datas/97091/005.jpg>
- [6] <http://massimo1979.rasfokus.ru/images/photos/medium/49400eab2fc3b08a47725867cbf939c2.jpg>
- [7] <https://i.pinimg.com/736x/d8/eb/6e/d8eb6efa16da362c1c32e22e10d584e7.jpg>
- [8] <http://agaunews.com/wp-content/uploads/2017/07/2017-MCI-Loch-Ness-Monster-REV-600x600.jpg>
- [9] https://a.d-cd.net/g2qgrsRDSuFnNEV_A9wBUazF_IA-1920.jpg
- [10] <https://www.lifejourney.club/wp-content/uploads/2017/05/ozero-titikaka.jpg>
- [11] <https://a.d-cd.net/UoAAAgGIXuA-1920.jpg>

S u m m a r y. A geocultural space can be formed around the lakes, based on the natural features of the lake, which are closely related to the historical and cultural events that took place on the lake. A systematic assessment of such lakes has been undertaken in order to determine the signs-indicators that make it possible to classify such lakes as objects of cultural heritage. Among them are toponyms, legends, man-made structures on the coast, including sacred objects, the display of the lake, natural and cultural events in the mirror of writers and artists. The new approach to lakes expands opportunities and puts forward additional requirements for their protection and organization of tourism. Keywords: cultural heritage, toponyms, legends, man-made structures, lakes.

ВСЕГДА ЛИ СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ СИСТЕМАМИ?

В.Б. Коробов¹, Б.И. Кочуров²

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, *szoioran@mail.ru*

²Институт географии РАН, г. Москва, *camertonmagazin@mail.ru*

ARE SOCIO-GEOGRAPHICAL SYSTEMS ALWAYS SYSTEMS?

V.B. Korobov¹, B.I. Kochurov²

¹*Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences named after P.P. Shirshov, Moscow*

²*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

Аннотация. Авторами анализируется понятие «система» применительно к социально-географическим объектам. Показано, что далеко не все такие объекты соответствуют требованиям, предъявляемым к системам, поскольку часть составляющих их компонентов не являются зависимыми. Предложено такие объекты называть «несистемными», а системы – их частными случаями. Приводится пример системы «географический объект-среда», формирующейся на принципах самоорганизации в условиях динамически развивающейся среды. Рассмотрены балльные классификации как одна из универсальных возможностей анализа объектов любой сложности.

Ключевые слова: система, несистемные объекты, балльные классификации, системная устойчивость.

Введение

В научном обиходе географов давно и прочно используется понятие «система». Оно широко используется применительно к различным объектам: ландшафтам, водоёмам, геобиоценозам, агломерациям и т.д., а также при их взаимодействии, например, океана и атмосферы. Но всегда ли применение этого термина оправдано? Попытаемся в этом разобраться.

Теория систем начала разрабатываться в начале прошлого века Александром Александровичем Богдановым (Малиновским) [2] и Людвигом фон Бергаланфи [11], на несколько десятилетий опередившим своё время. Её время пришло в середине пятидесятых годов с началом технической революции. Начиная с этого времени во всём мире было опубликовано множество работ – число их выражается тысячами и не поддаётся точному учёту, в которых теория систем и методы их анализа были разработана достаточно всесторонне и глубоко. Но несмотря на это единую теорию систем до сих пор создать не удалось. Были выделены различные типы систем, что ещё больше усложнило их применение к конкретным объектам.

В ходе разработки теории систем неоднократно предпринимались попытки дать определение этому понятию. Сейчас число таких определений около сотни или более – никто точно сказать не может, что не удивительно ввиду исключительной сложности предмета.

Однако, если обобщить определения, данные различными авторами [1, 10, 12, 13 и др.], то главные требования к системе можно сформулировать следующим образом: *а) все её элементы должны быть взаимосвязанными и находится во взаимодействии друг с другом, б) с внешней средой система взаимодействует как единое целое, в) в системе деление на составляющие её компоненты происходит от целого к частям.*

Исходя из этих требований, к структуре и анализу систем стали применяться довольно жесткие требования на соотношения целого и частей и на характер связей между частями. Это привело к большим сложностям формализации географических объектов, обладающих своей спецификой.

Объекты и методы

Рассмотрим несколько типов объектов, которые изучает география как некую целостность. Традиционно к таким типам объектов относятся объекты с чётко выраженными границами: водоемы и водотоки (берега), геобиоценозы (ареалы), месторождения (коллекторы) и т.д. Но уже такие объекты как агроценозы [9], а тем более населённые пункты [3] уже трудно подвести под системы, поскольку в них большую роль играют социальные, экономические и особенно правовые составляющие, многие из которых не связаны между собой функционально. Ещё сложнее обстоит ситуация в задачах принятия стратегических решений, в которых объект формируется из природных, социальных, технических и психологических факторов, влияющих только на конечный результат [4].

Так, например, сложно представить взаимную связь между такими, влияющими на принятие решение об оптимальном месте расположения отгрузочного терминала, факторами как диаметр проходящего к нему по суше нефтепровода и ледяным покровом в море. Или же между эстетической ценностью ландшафтов и числом дошкольных учреждений в задаче районирования территории.

Втиснуть их в рамки системы не удаётся из-за отсутствия взаимосвязей между многими, а то и большинством – компонентами. Такие объекты мы предлагаем называть несистемными.

Их главное отличие от систем заключается в том, что для них не обязательно требование полной взаимосвязи всех элементов, и которые могут взаимодействовать с внешней средой самостоятельно или группами. Такие объекты как бы «собираются» из элементов, необходимых для решения поставленной задачи согласно поставленной цели [8]. При этом необходимо стремиться, чтобы элементы объекта были максимально сбалансированными.

Обсуждение результатов

Систему можно рассматривать как частный случай «несистемного» объекта, в котором все компоненты каким-либо образом связаны. Обратное утверждение – объект является одним из видов системы, в котором некоторые виды связей между компонентами имеют нулевые значения, в общем случае неверно, поскольку противоречит основному фундаментальному постулату, определяющему систему как таковую. Кроме того, далеко не все математические методы, используемые при анализе систем, допускают отсутствие связей или нулевые значения параметров.

Какие же могут быть альтернативы формализации объектов, если их нельзя или по каким-то причинам нецелесообразно относить к системам. Их несколько. Перечислим некоторые из возможных подходов. Это: имитационное

моделирование, боксовые модели, балльные классификации и другие. Остановимся подробнее на некоторых из них.

Балльные классификации получили своё достаточно широкое распространение ввиду их относительной простоты – представляют собой сумму баллов показателей объекта, и упрощённым, если можно так выразиться, требованиям к формированию объектов исследования. В чём же их преимущества?

Во-первых, в сложных объектах при расчёте интегрального показателя легко реализуется иерархичность как сумма, в то время как в системах далеко не просто учитывать метасистемный переход между уровнями системы. Во-вторых, они просты и легко вписываются в различные технологии, например, районирования территорий и акваторий [6]. В-третьих, их можно усложнять и наращивать до бесконечности добавляя новые составляющие объекта, тогда как во многих моделях введение даже одного нового параметра может потребовать новой реализации. В-четвёртых, в них легко вводятся такие уточняющие параметры, как весовые коэффициенты и коэффициенты значимости, а это позволяет существенно улучшить качество самого моделирования.

Объективности ради отметим и недостаток классификационных моделей, заключающийся в том, что к одному и тому же итогу можно прийти в результате сложения различных значений показателей [5]. Поэтому при интерпретации результатов нужно проявлять известную внимательность и при необходимости привлекать дополнительные факторы.

Требование к сбалансированности элементов технически можно реализовать посредством аналитических сетей, позволяющих учитывать не только прямые, но и косвенные и опосредованные связи. Практика их применения для сложных географических объектов показала [7], что посредством изменения весовых коэффициентов происходит изменение границ ранее выделенных районов. Вместе с тем любой ландшафт или другой географический объект может быть рассмотрен как система, так как, во-первых, он функционирует с внешней средой в характерных для него пределах достаточности действующих компонентов и элементов, и во-вторых, благодаря этому поддерживается его устойчивость. Последняя определяется системным механизмом – саморегуляцией. Нарушение саморегуляции приближает географический объект к пределу системной устойчивости – к деградации и полному разрушению. В последнем случае воспроизводство (восстановление) структуры и функционирования географического объекта становится невозможным. Таким образом, в условиях воздействия внешних антропогенных и природных нагрузок образуется система «географический объект – среда», и растёт роль адаптационных механизмов, направленных на сохранение репродуктивных свойств объекта (геосистемы) в динамически развивающейся среде.

Выводы

Кратко сформулируем основные выводы.

- Не все социально-географические объекты могут быть описаны как системы поскольку не все элементы, составляющие объект, взаимосвязаны.

- Для таких объектов целесообразно ввести понятие «несистемных объектов», которые могут состояться без обязательного требования взаимодействия всех составляющих их компонентов.
- Систему можно рассматривать как частный случай «несистемного» объекта, в котором все компоненты каким-либо образом связаны. Кроме того, системы могут полностью входить в таким образом сформированные объекты как его составные части.
- Если рассматривать географический объект как сложную географическую систему, то её функционирование зависит от возможностей саморегуляции объекта, поддерживающего гомеостаз геосистемы в условиях внешних воздействий. Гомеостаз определяется как способность удерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях внешней среды.

Литература

- [1] *Блауберг И.В.* Целостность и системность. – Системные исследования. Ежегодник. 1977. – М.: Наука, 1977, с. 5-28.
- [2] *Богданов А.А.* Тектология. Всеобщая организационная наука. – М.: Экономика, 1989. – Кн. 1 – 304 с; Кн. 2. – 351 с.
- [3] *Ивашкина И.В., Кочуров Б.И.* Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы. – М.: ИНФРА-М. 2018. 202 с.
- [4] *Коробов В.Б.* Географическое обоснование создания транспортной инфраструктуры Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. – Известия РАН. Серия географическая, 2006, № 4, с. 87-98.
- [5] *Коробов В.Б., Кочуров Б.И.* Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки. – Проблемы региональной экологии, 2007, № 1, с. 66-70.
- [6] *Коробов В.Б., Кочуров Б.И., Тутыгин А.Г.* Методология районирования сложных географо-экологических объектов экспертно-статистическими методами. – Проблемы региональной экологии, 2020, № 5, с. 42-48.
- [7] *Коробов В.Б., Середкин К.А.* Применение экспертных сетей для экологического районирования Белого моря. – Изв. РАН. Сер. Геогр., 2016, № 3, с. 81-87.
- [8] *Коробов В.Б., Тутыгин А.Г., Русинов О.В.* Объект исследования как категория. – Вестн. Поморского ун-та. Сер. «Гуманит. и соц. науки», 2010, № 5, с. 48-54.
- [9] *Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г.* Землеустройство и ландшафтоведение: взаимосвязи, цели и задачи. – Экологические системы и приборы. 2002. № 7.
- [10] *Шрейдер Ю.А.* Сложные системы и космологические принципы. – Системные исследования. Ежегодник. 1975. – М.: «Наука», 1976, с. 149-171.
- [11] *Bertalanffy L. von.* Modern Theories of Development. 1st ed. – 1928. Transl. by J.H. Woodger. New York, Harper Torchbooks, 1962.
- [12] *Dori D., Sillitto H.* What is a System? An Ontological Framework – Systems Engineering, 2017, Vol. 20, No. 3, pp. 207-219, doi:10.1002/sys.21383
- [13] *Hybertson D.W.* Model-oriented Systems Engineering Science. 2009. NY: Auerbach Publications. 379 p., doi:10.1201/9781420072525

S u m m a r y. The authors analyze the concept of «system» in relation to socio-geographical objects. It is shown that not all such objects meet the requirements for systems, since some of their components are not dependent. It is proposed to call such objects «non-system», and systems - their special cases. Point classifications are considered as one of the universal possibilities of analyzing objects of any complexity.

САКРАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ ОБЪЕКТОВ ДРЕВНЕЙ НАВИГАЦИИ

А.Н. Паранина¹, Л.С. Марсадолов², Ал.А. Григорьев¹

¹РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, anparanina@herzen.spb.ru

²Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург, marsadolov@hermitage.ru

SACRAL GEOGRAPHY OF ANCIENT NAVIGATION OBJECTS

A.N. Paranina¹, L.S. Marsadolov², Al.A. Grigoriev¹

¹Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

²The State Hermitage Museum, St. Petersburg

Аннотация. В статье рассмотрены сакральные функции доисторических элементов системы астрономической навигации. Показано, что в ходе технологического прогресса элементы системы навигации устаревают, но сохраняются как почитаемые (сакральные), наполняясь новым содержанием. Сегодня эти объекты становятся ресурсом рекреационной деятельности. Комплексные междисциплинарные исследования позволяют реконструировать первичное инструментальное назначение объектов и объяснить связанные с ним космические смыслы.

Ключевые слова: география, астрономия, навигация, этапы развития, сакральность.

Введение

У многих народов сохранилась традиция почитания горных вершин и перевалов, рек и озер, деревьев и камней. В современной археологии и этнографии такие объекты объединяются понятием «сакральный ландшафт», а критерием его границ считается «душа земли» и «душа человека». Результаты исследований, проведенных авторами данной работы, дают новое, – рациональное, – понимание первичной причины сакрализации природы и культуры: *сакральный статус получили объекты, обеспечивающие возможность сохранения и воспроизводства информации о порядке пространства-времени.* Особое значение навигационных знаний связано с тем, что от них зависит жизнь, как отдельного человека, так и человечества в целом.

Для объективной характеристики особенностей сакральных объектов и их социальных функций в современном мире необходимо проследить (реконструировать) историю их развития – от истоков человеческого общества. По Б.А. Фролову, слитное астрономо-математическое знание легло в основу первобытной графики в эпоху палеолита [23]. Поскольку действия измерения и обозначения неразрывны, очевидно, что ориентирование сопровождалось созданием знаков, а знаки солярной навигации могли стать основой жизнеутверждающей солнечной символики. Наиболее продуктивный источник графических знаков – тень гномона (первый угломер в истории человечества), которая может транслировать информацию практически непрерывно – например, в условиях полярного дня [11-14]. По В.И. Паранину, ориентирование по Солнцу лежит в основе цветовой топонимической маркировки территориальных систем. Архаичная цветовая маркировка пространства проанализирована на большом массиве данных [10] и получает новые подтверждения, в частности, в топонимах и гидронимах России [1, 6]. Возможно, с названий сторон горизонта начиналось формирование единого праязыка человечества – той ностратической основы, которая ускользает от сравнительных и статистических методов лингвистической компаративистики [15, 24].

В результате центрографических расчетов установлено, что расположение наиболее значимых археологических памятников на юге Сибири и в других регионах Евразии совпадает с центрами крупных регионов: в Центре Евразии – крупнейший мегалитический комплекс Селеутас, в древнем Центре Азии – крупный курган-храм Аржан-1 в Туве (8 в. до н.э.), в Центре Хакасии – мегалитический курган-храм Салбык (7 в. до н.э.), в Центре Алтая – большой курган Туэкта-1 (6 в. до н.э.), в Центре Анатолии – легендарный Гордион (8-7 вв. до н.э.) и т.д. [4-7]. Каждый из названных сакральных объектов сохраняет в своей структуре математические и календарные знания, астрономически значимые направления.

Как итог доисторического развития навигации, к началу железного века модель мира приобрела форму небесной сферы, описанной мифопоэтическим языком во всех традиционных культурах [24]. Основные элементы сферы отражены в конструкции юрты кочевых народов, которая в основных чертах сформировалась в бронзовом веке. В начале железного века концепция небесной сферы была воплощена в виде инструмента – армиллярной сферы. Она известна как изобретение Эратосфена (276-194 гг. до н.э.), но есть вероятность, что еще раньше сферу использовал Евдокс Книдский (ок. 408 – ок. 355 л. до н.э.).

Не секрет, что развитием технологий ориентирования и освоением географического пространства-времени создаются фундаментальные основы научной картины мира или мировоззрения. Следовательно, корректный анализ развития культуры обязательно включает естественнонаучное основание. По современным представлениям, геокультурное пространство, – «сплав» природы и культуры, – мозаично и многослойно [9, 22]. В сакральных ландшафтах эти свойства проявляется в том, что здесь, как правило, тесно соседствуют навигационные объекты разного возраста и технологического уровня.

На основе технологической многослойности доисторических памятников наследия были выделены этапы развития навигации: ландшафтный, мегалитический (этап создания локальных сетей), постмегалитический (этап региональных сетей) на основе обратного визирования, исторический и современный – этапы развития новых эффективных технологий и сакрализации архаичных навигационных объектов, знаков и знаний [14, 24]. Ретроспективный обзор становления и развития астрономической навигации показал, что на первых трех этапах прогресс технологий отразился в повышении их качества, при экономии средств и пространства, а информация была унаследована, сконцентрирована по форме и развита по содержанию [15-19].

Цель данной статьи – представить два последующих этапа развития социальной функции объектов доисторического наследия (исторический и современный) и выделить объективные причины их трансформации, с учетом изменения культурных парадигм и смены цивилизаций, понимаемых как уровни технологической адаптации.

На основе проведенного анализа можно предложить новое понятие «цикл наследия», направляющее научный поиск на восстановление глубины понимания сакральных памятников как посланий ушедших цивилизаций.

Регион исследований, объекты и методы

Комплексные исследования сакральных (почитаемых) доисторических объектов навигационного назначения проводились на территории России – в Европейской части и Южной Сибири (священные скалы, камни, менгиры, лабиринты, петроглифы). Объекты в других регионах рассмотрены на основе научных публикаций по археологии и этнографии, фотографий и материалов ДДЗЗ.

На разных этапах работы применялись географические, археологические, математические и статистические методы: в ходе полевых исследований уделялось внимание всем элементам ландшафта, особенно особенностям рельефа и свойствам коренных пород (трещиноватости). При описании памятников наследия фиксировались их размеры и точное положение (геопозиция), с последующим проведением метрологического и пространственного анализа.

Результаты и обсуждение

Исторический этап освоения пространства характеризуется совершенствованием навигационной инфраструктуры геокультурного пространства, дифференциацией функций инструментов (магнитный компас, водяные и песочные часы), развитием теории и абстрактного моделирования [14, 24].

В это время технологии астрономического ориентирования продолжали активно развиваться в морской навигации, т.к. на открытой водной поверхности единственной «путевой картой» является небо. Сохраняли актуальность все способы ориентирования по Солнцу, которое в полярных регионах летом не имеет альтернативы. Большую популярность в античное время приобрели солнечные часы на основе тени гномона в полусфере [23], широко использовался также направленный оконными проемами луч света. Около тысячи лет назад почитаемой становится Полярная звезда (у народов Сибири – *Кол, Коло*), которая используется для определения сторон горизонта в любой части северного полушария, а в условиях продолжительной полярной ночи является главным ориентиром. Великим географическим открытиям XVI в. помогала армиллярная сфера (армилла), а русские мореплаватели, ходившие по северным морям, использовали «матки» – подобие солнечных часов с компасом в деревянной оправе, поделенной по наружному краю на 32 румба. Такие часы найдены при раскопках Мангазеи и на Таймыре. В облачную погоду скандинавские мореходы использовали солнечный камень – кристаллы кварца, которые позволяли определить положение солнечного диска благодаря поляризации света.

По этнографическим данным известно, что у коренных народов России и других стран существовала система праздников, которые передавали представления об этапах развития Вселенной и Человека, отражали годовое движение звезд, Луны, Солнца. Эти сакральные традиции частично сохранились, несмотря на смену культурной политики и внедрение новых религий. Главными праздниками года до сих пор остаются летнее и зимнее солнцестояние, весеннее и осеннее равноденствие, которые отмечаются в разных вариантах. Например, европейские народы 1 мая продолжают отмечать день майского дерева,

которое символизирует береза или столб, увенчанный колесом с зелеными гирляндами и подарками. Традиция сохраняется, но уже не многие участники праздника могут объяснить, что майское дерево – образ оси мира и вращения Земли, т.е. символ циклического времени. У береговых чукчей «Праздник Солнца» с 21 июня и продолжался 4 дня, у якутов – «ысыах» 21 июня или немного раньше. Каждый народ выделял в празднике элементы природно-хозяйственного цикла, но общей оставалась астрономическая основа. Например, «ысыах», подобно праздникам тувинцев и алтайцев, делит год на две половины, являясь границей между старым и новым, прошлым и будущим. Глубокое астрономическое содержание имеют хозяйственные традиции и праздники в Поволжье, на Кавказе и в Хакасии.

При этом, искусственная городская среда, также создавала свой значимый культурный продукт – теоретическое знание и технические достижения, в основу которого положены рефлексия и лабораторный эксперимент. Абстрактное моделирование во всем мире сопровождалось созданием *рациональных* знаков – отражающих реальные природные процессы и *иррациональных* – отражающих схематичные построения в оторванном от природы культурном пространстве. На смену моделям адаптации к природной среде пришли модели управления и социальной адаптации. Обитаемое пространство со временем было разбито системой границ, а традиционные обычаи потеснены и обогащены привнесениями извне. Лишь удаленность от столичных центров, суровые климатические условия и бескрайность территории позволили сохраниться оазисам культуры, уходящей корнями в глубь столетий и тысячелетий. В России роль этнографического «рая» и «заповедника» традиционной культуры долгое время выполняли территории Сибири. Впоследствии, прокладка дорог (Чуйский тракт, Транссиб), Северный морской путь, промышленное развитие, рост городов и поток переселенцев существенно потеснили местные народности, нарушили традиции.

Функции сакральных объектов в историческое время значительно изменились, характерные черты этих трансформаций: 1) утрата центрообразующей функции (например, почитаемые камни Северо-Запада России стали межевыми – указателями границ); 2) утрата навигационной функции объектов в условиях «прикрепления» человека к земле; 3) утрата информационной функции – при перемещении объектов и искажении их поверхности («побитые камни»), сокрытии поверхности под постройками (церквями и часовнями). Сокращение возможностей передвижения и астрономического ориентирования привело тому, что навигационные смыслы были забыты, а сохранились лишь символические функции объектов (почитание предков и некоторых богов из пантеона, олицетворяющего одушевленный древним человеком мир – природные объекты и процессы).

Таким образом, в историческое время, на волне технологического развития и в условиях смены культурной парадигмы (от природно-ориентированной к социо-ориентированной адаптации) объекты доисторической навигации существенно отделились от повседневной жизни, научной теории и практики. В

оценке всего доисторического наследия и древнего человека, – создателя фундамента современной цивилизации, – сформировался стереотип, ключевыми понятиями которого стали: «примитивные орудия», «религиозное сознание», «культовые практики», «жертвоприношения».

Современный этап освоения пространства – этап новейших навигационных технологий. В это время развиваются способы ориентирования, основанные на достижениях космической, компьютерной техники, развитии системы ДЗЗ и средств коммуникации. При этом, с одной стороны, сохранился высокий сакральный статус объектов, а, с другой, – недостаточный уровень понимания.

Результаты астроархеологических и палеоастрономических исследований (например, в долинах Сундуки, Салбык, Семисарт) [2, 3, 6, 8] пока рассматриваются только в региональных сакральных контекстах. В этнографии слабо разработаны представления о посохе как гномоне, в то время как изображения жезлов известны с палеолита, в XX в. сотрудниками Пулковской обсерватории опубликованы материалы по календарным традициям народов СССР, в XXI в. написаны фундаментальные труды по истории оптики за 5 тыс. лет [20, 21].

Большую роль в сохранении древних навигационных знаний продолжает играть народная традиция: 1) массовое применение, связанное с факторами повседневной необходимости и доступности (люди до сих пор ориентируются по Солнцу, попадая в незнакомую местность); 2) разнообразие форм выражения в материальной и духовной культуре (орнаменты, мифы, ритуалы); 3) осознанное сочетание традиции и творчества (например, в технике народной вышивки жестко выдерживается канон, но все создаваемые предметы уникальны по своему исполнению). Однако, в этнографических исследованиях тема календаря рассматривается как набор предметов и календарь праздников, астрономические знания в народной культуре до сих пор слабо проанализированы.

Междисциплинарные научные исследования, направленные на выявление причинно-следственных отношений в системе «природа-культура», призваны показать современные возможности получения новой информации, полезной для настоящего и будущего нашей цивилизации.

Ретроспективный анализ информационных функций доисторических объектов навигации позволяет увидеть признаки цикличности и выделить две фазы: 1) деградация смысла и 2) восстановление и рост информационной ценности, с учетом новых подходов, методов, технологий. Представляется, что география культуры имеет все возможности для того, чтобы интегрировать междисциплинарные научные исследования и выполнить важную научную и мировоззренческую миссию географии – восстановить утраченные связи.

Выводы

На современном этапе для России и всего мира важно, что бы на волне потепления климата и всё нарастающего промышленного освоения огромных территорий не были потеряны ресурсы ценной информации о развитии природы и культуры, а также проверенные временем древние традиции взаимодействия с окружающим миром.

Литература

- [1] *Григорьев Ал.А.* Древнейшее освоение северной Евразии. Географические аспекты. – СПб.: Астерион, 2014. – 284 с.
- [2] *Ларичев В.Е.* Заря астрологии: Зодиак троглодитов, Луна, Солнце и «блуждающие звезды». – Новосибирск: Изд-во Инст. археологии и этнографии СО РАН, 1999. – (Серия «История науки и техники»). – 320 с.
- [3] *Марсадолов Л.С.* Комплекс памятников в Семисарте на Алтае. Материалы Саяно-Алтайской археологической экспедиции Государственного Эрмитажа. Вып. 4. – СПб.: Изд-во Копи Р, 2001. – 65 с. + 118 рис.
- [4] *Марсадолов Л.С.* Отчёт об исследовании древних святилищ Алтая в 2003-2005 годах. Материалы Саяно-Алтайской археологической экспедиции Государственного Эрмитажа. Вып. 5. – СПб.: Изд-во Государственного Эрмитажа, 2007. – 278 с.
- [5] *Марсадолов Л.С.* Курган Аржан-1 в Центре Азии (геополитический и астрономический аспекты) // Наследие народов Центральной Азии и сопредельных территорий: изучение, сохранение и использование. Материалы Международной научно-практической конференции, г. Кызыл, 9-10 сентября 2009 г. В 2-х частях. Часть I. – Кызыл: КЦО «Аныяк», 2009. – С. 59-63.
- [6] *Марсадолов Л.С.* Большой Салбыкский курган в Хакасии. – Абакан: Хакасское книжное изд-во, 2010. – 128 с.
- [7] *Марсадолов Л.С.* Современные и древние географические и историко-культурные центры Азии и Евразии // География: проблемы науки и образования. Мат. Ежегодн. Междунар. Науч.-практ. Конф. LXV Герценовские чтения, посв. 215-летию Герценовского ун-та и 80-летию факультета географии, С.-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 19-21 апреля 2012 г. – СПб.: Астерион, 2012. – С. 64-71.
- [8] *Марсадолов Л.С., Паранина Г.Н.* Салбыкский археологический комплекс как объект природного и культурного наследия. / Известия РГО. Март-апрель. Том 143. Вып. 2. – СПб.: Наука, 2011. – С. 79-90.
- [9] *Митин И.И.* Мифогеография: пространственные мифы и множественные реальности. *Communitas / Сообщество.* 2005. № 2. – С. 12-25.
- [10] *Паранин В.И.* Историческая география летописной Руси. – Петрозаводск: Карелия, 1990. – 152 с.
- [11] *Паранина Г.Н.* Свет в лабиринте: время, пространство, информация. – СПб.: Астерион, 2010. – 123 с.
- [12] *Паранина Г.Н.* Соляная культура Сибири: географические аспекты формирования и развития. / Мировоззрение населения Южной Сибири и Центральной Азии в исторической ретроспективе: сб. статей под ред. П.К. Дашковского. – Барнаул: Изд. Алтайского ун-та, 2012а. Вып. 5. – С. 183-195.
- [13] *Паранина Г.Н.* Каменные лабиринты – гномоны в системе полярной навигации. / Археология Арктики. Материалы международной научно-практ. конф., посвященной 80-летию открытия памятника археологии «Древнее святилище Усть-Полуй». – Екатеринбург: «Деловая пресса», 2012б. – С. 193-199.
- [14] *Паранина А.Н.* Коммуникационная проточность ландшафта и структура геокультурного пространства полярных регионов Евразии. / Археология Севера России: от эпохи железа до Российской империи: материалы Всерос. Науч. Археологич. Конф. (Сургут, 1-4 окт. 2013 г.). – Екатеринбург-Сургут: Магеллан, 2013. – С. 294-300.

- [15] *Паранина А.Н.* Навигационная концепция информационного моделирования мира как методологическая основа палеолингвистических реконструкций / Диалог культур Тихоокеанской России и сопредельных стран: межэтнические, межгрупповые, межличностные коммуникации: сб. мат-лов II Всерос. научн. конф. с междунар. уч. – Владивосток: ИИАЭ ДВО РАН, 2019. – С. 435-443.
- [16] *Паранина А.Н., Марсадолов Л.С.* Наследие древних наблюдательных астропунктов Сибири // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Кол. Моногр. по мат. X Всерос. Науч.-практ. Конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 27-28 октября 2021 года. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2021. – С. 53-60.
- [17] *Паранина А.Н., Марсадолов Л.С., Григорьев Ал.А.* Элементы сакральной навигации в культурном наследии России: методические аспекты // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Кол. Моногр. по мат. IX Всерос. науч.-практ. Конф. с международным участием, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 28-29 октября 2020 года. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. – С. 50-54.
- [18] *Паранина А.Н., Марсадолов Л.С., Григорьев Ал.А.* Уникальные природные мегалитические объекты Сибири как первые навигационные инструменты // География: развитие науки и образования. Сб. ст. по мат. Междунар. Науч.-практ. Конф. LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21-23 апреля 2021 г. Том II. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2021. – С. 344-351.
- [19] *Паранина А.Н., Паранин Р.В.* Космическое измерение человечества как основа взаимодействия географии и экофилософии // Право и практика. № 3, 2017. – С. 191-197.
- [20] Солнечные часы и календарные системы народов СССР. Серия «Проблемы исследования вселенной». Вып. 10. – Ленинград, 1985. – 228 с.
- [21] *Стафеев С.К., Томилин М.Е.* Пять тысячелетий оптики: предыстория. – СПб.: Политехника, 2006. – 304 с.
- [22] *Стрелецкий В.Н.* Культурная география как междисциплинарное исследовательское направление: пути формирования, научные традиции и современная самоидентификация // Книга картины Земли. Сборник статей в честь Ирины Геннадиевны Коноваловой / Под ред. Т.Н. Джаксон и А.В. Подосинова. – М.: Индрик, 2014. – С. 231-256.
- [23] *Фролов Б.А.* Первобытная графика Европы. – Москва: Наука, 1992. – 200 с.
- [24] *Paranina A.N.* Space rhythms and technologies of astronomic navigation as factors of cultural genesis and sapientation // I.J. Geomate, 2020. V. 19(73). - P. 216-225.
- [25] *Тадич М.* Сунчани часовници, Београд: Радуних, 2002. - 199 с.

S u m m a r y. The article discusses the sacred functions of prehistoric elements of the astronomical navigation system. It is shown that in the course of technological progress, the elements of the navigation system become obsolete, but are preserved as revered (sacred), filled with new content. Today, these objects are becoming a resource for recreational activities. Comprehensive interdisciplinary studies make it possible to reconstruct the primary instrumental purpose of objects and explain the cosmic meanings associated with it.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКОЛЬНЫХ ТУРОВ, ПОСВЯЩЕННЫХ ЮБИЛЕЮ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В.Л. Погодина¹, А.В. Савичева²

¹СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург, vpogodina@mail.ru

²СПбУТУиЭ, г. Санкт-Петербург, asyas21042000@gmail.com

DESIGNING SCHOOL TOURS DEDICATED TO THE ANNIVERSARY OF PETER THE GREAT

V.L. Pogodina¹, A.V. Savicheva²

¹SPbGUPTD, St. Petersburg

²SPbGUMTE, St. Petersburg

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможности проектирования новых познавательных туров для российских школьников. Оцениваются ресурсы петровского Санкт-Петербурга как туристской дестинации для организации образовательных туристских программ.

Ключевые слова: школьный познавательный туризм, проектирование образовательных туров, экскурсии по петровскому Санкт-Петербургу.

Введение

В Российской Федерации с 2022 г. активизировалось развитие образовательного туризма школьников. Способствовало такой активизации, в том числе, рекомендации президента России В.В. Путина по формированию в каждом субъекте РФ маршрутов для ознакомления детей с историей, культурой, традициями, природой соответствующего региона, а также с лицами, внесшими весомый вклад в его развитие.

Образовательные путешествия дают возможность обучающимся лучше узнать историю своей страны на практике, закрепить знания по учебным дисциплинам, увидеть и познать новые и интересные факты, и т.п. В регионах страны возрождается интерес к национальной программе «Моя Россия», всероссийскому просветительскому проекту «Моя страна – моя Россия», проекту «Живые уроки» [1].

В стране приняты постановления и программы, в которых отмечено, что около 100 тысяч школьников будут путешествовать по стране ежегодно с 2022 по 2024 гг. по нацпроекту «Туризм и индустрия гостеприимства». Программа ориентирована на учащихся 5-9 классов. Программа станет частью государственной политики, которую проводит Ростуризм. В 2022 г. школьники из 18 регионов России уже получают возможность совершить образовательную поездку по стране (на каждого школьника выделяется по семь тысяч рублей).

Проблемы проектирования и организации школьных туров

В условиях постоянно растущего темпа жизни и тотальной компьютеризации, развитие школьного познавательного экскурсионного туризма ограничивается целым рядом факторов: чаще всего маршруты, которые предлагают обучающимся весьма ограничены по тематическому выбору; стоимость на туристский продукт довольно высока. Существует целый ряд требований по органи-

зации туров школьников, создающих дополнительные сложности организаторам и педагогам, заинтересованным в реализации школьных туристских программ и др. Проблемы проектирования и организации образовательных путешествий школьников таковы.

1. Многочисленные противоречия в требованиях, нормативных документах, ограничениях и рекомендациях по организации детского туризма.

2. Отсутствие взаимодействия между образовательными учреждениями и туристскими организациями.

3. Проблема организации туристской, а не экскурсионной поездки (конкуренция региональных турфирм за право организовывать туры).

4. Проблема отсутствия у образовательных учреждений средств на проведение обучающих туристских программ, сложности агитации родителей, спонсирующих образовательные путешествия школьников.

5. Проблема комплексного планирования политематических туров в рамках одной поездки.

6. Проблема неготовности музеев перестраиваться под проект.

7. Проблема проведения подготовительной работы с обучающимися до начала тура (контакты педагога с турлидером); разработки и оформления дневников путешествия, используемых во время совершения тура, связанная с ней проблема разработки новых форм проведения экскурсий; организации работы обучающихся после поездки (рефлексия).

8. Проблема подготовки турлидеров, способных проектировать и проводить образовательные поездки школьников.

Проектирование школьных туров, посвященных Петру Великому

В октябре 2018 г. президент Российской Федерации подписал указ о праздновании в 2022 г. 350-летия со дня рождения первого российского императора Петра Великого (9 июня 1672 г.). Предполагается, что главными местами юбилейных торжеств станут Санкт-Петербург и Ленинградская область. Организация юбилейных мероприятий планируется также в Воронеже, Екатеринбурге, Астрахани, Ярославле и других российских городах [3].

Мероприятия, посвященные празднованию 350-летия со дня рождения Петра Великого, пройдут по всей России. В Санкт-Петербурге планируется особо масштабно провести в этом году ежегодный городской праздник – День Рождения Петра Первого, такие общегородские мероприятия как День города – 27 мая, День Святых апостолов Петра и Павла – 12 июля, День российской гвардии – 2 сентября. Петровская тема найдет свое отражение и в процессе организации иных событий в Санкт-Петербурге: празднике выпускников «Алые паруса», Дне Военно-морского флота, акции «Ночи музеев» и др. Федеральный план насчитывает двадцать мероприятий в Петербурге, региональный план, естественно, больше, он насчитывает более двухсот мероприятий, пронизывает все сферы, задействованы все учреждения. Государственным Эрмитажем совместно с ГЗМ «Петергоф» при поддержке партнёров из ПАО «Газпром» будет организована масштабная выставка «30 картин из жизни Петра Великого» на

Марсовом поле. В театре Музыкальной комедии планируется премьера мюзикла «Петр Первый». С ноября 2021 г. по март 2022 г. в отделе рукописей Российской национальной библиотеки состоялась выставка «Победу приносит военное искусство», которая посвящена материальному и духовному наследию Петровского времени.

Ключевым днем праздничных мероприятий станет 9 июня, день рождения Петра Великого. В эту дату жителей и гостей Санкт-Петербурга ожидает множество выставок и театрализованных постановок. В честь дня рождения основателя города улицы украсит праздничное оформление. К этой дате намечается презентация восстановленного «Медного всадника» – великого памятника Петру Великому.

В июне город проведёт ежегодный конгресс, приуроченный ко дню рождения Петра Великого. Российские и зарубежные исследователи из самых известных учреждений науки и культуры проведут обсуждение наследия петровской эпохи и стратегии по его сохранению и популяризации [2].

Запланирована межмузейная выставка, посвящённая Петру Первому и его эпохе. Она пройдет в июле 2022 г. в «Манеже» и соединит экспонаты из Эрмитажа, ГЗМ «Петергоф», Русского музея и Кунсткамеры.

Русский музей организует конкурс мультимедийных ресурсов «Петр I и его эпоха в русском искусстве», который направлен на то, чтобы вспомнить об императоре и его современниках и ярких событиях его эпохи, нашедших отражение в образах отечественного изобразительного искусства.

В честь первого российского императора – создателя российского флота в Санкт-Петербурге организуют Военно-морской парад, а также гражданско-патриотический фестиваль «Морское наследие Петра Великого». Главный военно-морской музей занимается подготовкой выставки «Море и флот», она планируется на период с мая по сентябрь 2022 г.

Юбилейный год должен быть отмечен и внедрением в практику Санкт-Петербурга новых программ школьного познавательного туризма, посвященного Петру I. Юные путешественники должны побывать не только в центральных районах Санкт-Петербурга, месте проведения главных мероприятий, но и совершить экскурсионные поездки по Петергофу, Стрельне, Кронштадту, Выборгу, Сестрорецку – городах, судьбы которых во многом были решены волею Петра Великого. Для школьников из Санкт-Петербурга следует организовать экскурсионные поездки по Ленинградской области. В Шлиссельбурге, Лодейном Поле, Новой Ладоге, Копорье и Ивангород есть места, связанные с деятельностью первого императора России. Маршрут юбилейного тура, посвященного Петру I, может быть таким: Санкт-Петербург – посёлок Стрельна – Петергоф – Ораниенбаум – Кронштадт – крепость Орешек (Ореховый остров в истоке Невы, Ленинградская область) – крепость Копорье (Ленинградская область, Ломоносовский район, село Копорье) – Ивангород (приграничный город на правом берегу реки Нарвы, Кингисеппский район Ленинградской области) – Сестрорецк – Выборг (город на берегу Выборгского залива Карельского пере-

шейка, административный центр Выборгского района Ленинградской области) – Санкт-Петербург.

Экскурсионная программа предлагаемого тура весьма насыщена. Поэтому для организации такого познавательного школьного путешествия необходима тщательная методическая подготовка. В ходе познавательной поездки школьников должно быть предусмотрено немало интерактивных экскурсионных мероприятий. Одной из востребованных форм проведения экскурсий у российских школьников является экскурсионный квест. Однако, организация экскурсионных квестов в школьном туре возможна при условии верно проведенной педагогами работе с обучающимися на доэкскурсионном этапе (перед поездкой).

В результате путешествия школьники узнают больше о людях и о значимых событиях начала XVIII в., ощутят значимость наследия прошлого для современной России. По завершении программы тура школьники получают ответы на многие вопросы. Здесь приведем некоторые из них.

- Эта икона была написана для царя Алексея Михайловича, отца Петра Алексеевича знаменитым московский мастером Симоном Ушаковым. Петру I икона досталась от его матери Наталии Кирилловны. Икона была с Императором в момент его кончины. Что это за икона? Где сейчас находится?

- Где в С.-Петербурге расположена самая высокая скульптура Петра Великого и каков «максимальный рост» Петра в Санкт-Петербурге?

- На этом памятнике размещена монограмма Петра Великого. Проект памятника стал победителем конкурса, который город объявил к важной дате, отмечавшейся в 1996 г. Что за памятник и где он расположен?

- Как связан памятный знак: миниатюрная бронзовая копия храма — Петровская церковь Святой Троицы, установленная на Троицкой площади с памятником «Медный всадник»?

- Эта станция была открыта рядом с историческим районом С.-Петербурга «Семенцы». На мозаичном панно из смальты изображен Петр Великий в окружении семеновцев. Что это за станция?

- Где установлена мемориальная доска с такой надписью: «В этом здании находилась первая электрическая лаборатория основанная М. В. Ломоносовым по указу Императора Петра I». Справедлива ли это информация?

- Если Исаакиевский собор в Санкт-Петербурге посвящен памяти Петра Великого, то где можно увидеть изображение Петра в этом храме?

- Оригинальна ли конная скульптура Петра, установленная в 300-летний юбилейный год Санкт-Петербурга перед Константиновским дворцом в Стрельне?

- Данный памятник-бюст располагается на месте, где раньше находилась так называемая слобода «работных людей» Монетного двора. Что это за памятник?

- На каком из барельефов, между окнами первого и второго этажами Летнего дворца, можно найти изображение Петра I?

- Почему один из каналов С.-Петербурга назван Зимняя канавка, ведь Зимний дворец не располагается на его берегу.

- На каком храме С.-Петербурга размещена мемориальная доска такого содержания: «Сей храм воздвигнуть Въ царствованіе ИМПЕРАТОРА ПЕТРА ВЕЛИКАГО в 1721 году въ благодареніе Богу въ день Святаго Великомученика Святаго Пантелеймона 27 Іюля при Гангуте въ 1714 году и при Гренгамне въ 1720 году.»

- Как изначально назывался форт Петр I в Кронштадте?

- Почему собор, основанный по указанию Петра в 1709 г., построен в честь Сампсона Странноприимца.

- В каком зале Эрмитажа можно увидеть целое собрание изображений эпизодов из жизни Петра I, отображенных в одном произведении искусства?

- Невский проспект — главная улица С.-Петербурга. Есть ли на главной городской магистрали памятник или памятный знак, посвященный Петру Великому?

- Ботный домик находится на Соборной площади Петропавловской крепости. А где сам «Дедушка русского флота»?

- Рассматривая какой памятник можно увидеть изображение Петра I в роли скульптора, создающего новую Россию?

- В каком месте С.-Петербурга можно сделать фотографию так, чтобы на снимок попало сразу три объекта, в названии которых звучит производное от имени Пётр?

- Как связаны между собой Адмиралтейская набережная, Летний сад и поселок Лахта?

- В каком музее можно увидеть, как выглядел Санкт-Петербург в период правления Петра Великого?

- В нескольких музеях Санкт-Петербурга бережно хранятся вещи, принадлежавшие Петру Великому. Но экспонаты этого музея, нельзя назвать «вещами Петра», хотя они и принадлежали царю. Два петровских экспоната этого музея названы производным именем от имени Елизавета.

- Что держит в правой руке карлик, входящий в скульптурную композицию, установленную к 300-летию юбилею Санкт-Петербурга в Стрельне

- Какое здание С.-Петербурга украшено горельефом «Заведения в России флота»? Как на горельефе изображен Петр I?

- Где находится памятник Петру I, который Петербуржцы иногда называют «Царь-лев»?

- После какого события Петр I повелел выбить медаль «Небываемое бывает»? Оно произошло на месте, которое было «открыто ключом», поэтому и названо Петром «замком».

- Назовите памятник Петру I, являющийся копией копии.

- Где можно увидеть, как Петр I «держит на руках всю Францию»?

- В составе какой скульптурной композиции есть фрагмент, на котором представлен собственноручный эскиз императора Петра I первого русского 54-пушечного линейного корабля «Полтава»?

- Где находится мемориал, на котором написано: «Император Всероссийский, адмирал Петр Первый»?

- Это здание знают все, но сколько бы ты не гулял по городу его не увидишь. Но побывать в нем можно. А как?

- Какой памятник Петру Великому можно назвать самым большим в мире (высота его 101,5 м)?

- Почему на барельефах, расположенных на пьедестале памятника Петру I Франческо Бартоломео Растрелли, отображающих победные битвы Петра Великого на одном изображен рак, на другом – лев?

- Где, рассматривая барельеф на Петровских воротах Петропавловской крепости, можно увидеть изображение Петра I?

- Почему на скульптурном портрете Михаил Шемякин «Основателю Великого Града Российского императору Петру Первому» император без волос?

- Где, кроме «Медного всадника» можно увидеть памятник, в создании которого было использовано творение француженки Мари-Анна Колло, вылепившей лицо первого императора?

- Можно ли в С.-Петербурге обнаружить одинаковые памятники Петру I?

- Как связаны слова «Дерзновению подобно» на памятной медали, выбитой в 1770 г. с Петров Великим?

Выводы

Празднование юбилея Петра Великого, а точнее различные мероприятия, которые организуются в Санкт-Петербурге к этому знаменательному событию, предоставят юному поколению шанс погрузиться в культуру и деятельность императора, с помощью интересного и познавательного тура.

Литература

[1] В программе «Моя Россия: град Петров» примут участие более 6 тысяч школьников // Ежедневная электронная газета RATA news. 09.20.2017. URL: https://ratanews.ru/news/news_9102017_8.stm (дата обращения: 31.03.2022)

[2] Городской портал «Культура Петербурга». URL: <https://spbcult.ru> (дата обращения: 31.03.2022)

[3] Указ «О праздновании 350-летия со дня рождения Петра I» URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/58907> (дата обращения: 30.03.2022)

S u m m a r y. The possibilities of designing new educational tours for Russian schoolchildren are evaluated. The resources of Petrovsky St. Petersburg as a tourist destination for the organization of educational tourist programs are evaluated.

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ

Л.Л. Розанов

Московский государственный областной университет, rozanovleonid@mail.ru

THE CONCEPT OF GEOECOLOGICAL VALUES

L.L. Rozanov

Moscow State Regional University, Moscow

Аннотация. Введенное автором в 2021 г. в науку новое понятие «геоэкологические ценности» означает значимые для человека жизнеобеспечивающие ресурсы окружающей среды (природно-техногенного целого). Геоэкологические ценности рассматриваются как незаменимые для жизни, здоровья людей геоэкологические ресурсы, а именно незагрязненные воздух, питьевая вода, биологические продукты в пространственно-временной конкретности окружающей среды.

Ключевые слова: геоэкологические ценности, геоэкологические ресурсы, природные ресурсы, окружающая среда, здоровье человека.

Введение

Новизна проведенного исследования в условиях распространяющейся и углубляющейся материальной деятельности человечества заключается в раскрытии содержания «геоэкологических ценностей» с позиций сохранения, улучшения свойств, качеств водных, воздушных, биологических и других геоэкологических ресурсов, обеспечивающих жизнь, здоровье человека (населения) в современной России [5, 6]. Концептуально геоэкологические ценности рассматриваются как, подчеркнем, незаменимые для жизни, здоровья людей геоэкологические ресурсы (прежде всего, незагрязненные воздух, питьевая вода, биологические продукты). Человек может существовать (пребывать в состоянии жизни) без воздуха около 4-5 минут, без воды – 5 дней, без пищи – 5-6 недель. Геоэкологические ценности – это актуальная предметная и социальная действительность России.

Объекты и методы

По отношению к человеку (субъекту) геоэкологические ценности служат объектами его интересов, а для его сознания повседневными ориентирами в предметной и социальной действительности, его практических отношений с окружающей средой [6, 8]. Термин «ценность» широко используется для указания на человеческое, социальное и культурное значение определенных явлений действительности. Многообразие предметно-человеческой деятельности выступает в качестве объектов ценностного отношения. В самих ценностных категориях выражаются определенные ориентации знаний, интересов и предпочтений различных общественных групп и личностей (их мотивов, установок, эмоций). Назрела необходимость выдвижения соответствующих времени и действительности геоэкологических ценностей, постижение которых позволяет строить адекватные модели поведения человека, повышающие его геоэкологическую адаптацию как средство улучшения качества жизни в окружающей среде. Специалистами отмечено общемировое снижение важных параметров

репродукции человека, обусловленное ростом загрязнения геоэкологических ресурсов.

Концепция геоэкологических ценностей представляется действенной, поскольку отвечает ряду основополагающих требований: иметь четкую крупную цель; иметь реальную базу для ее реализации; быть понятной и высказанной в нужный момент; не противоречить мировой тенденции сохранения окружающей среды для приемлемой жизнедеятельности человека (населения). Для России принципиально, на мой взгляд, содержательно осознать (признать) качественные различия между геоэкологическими ресурсами и природными ресурсами. *Геоэкологические ресурсы* – это совокупность веществ, тел, факторов окружающей среды, обеспечивающих напрямую жизнь, здоровье людей в пространственно-временной конкретности [4, 5]. *Природные ресурсы* – это компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность [11]. Таким образом, в отличие от геоэкологических ресурсов, обеспечивающих непосредственно жизнь и здоровье человека, природные ресурсы – это факторы реализации хозяйственной деятельности.

Здоровье означает состояние физического, психического и социального благополучия человека, при котором отсутствуют заболевания, а также расстройства функций органов и систем организма [10]. Здоровье изначально принадлежит и уже управляется самим человеком (независимо от того, осознает он свою управляющую роль или нет). Жизнь и здоровье человека являются важнейшими ценностями и основой сбалансированного, поддерживаемого функционирования и позитивного развития России.

Обсуждение результатов

Согласно исследованиям, «от 60 до 80% всех заболеваний раком – прямой результат наличия химикатов в воздухе, воде и продуктах питания» [2, с. 30]. Существенную опасность для здоровья человека представляет загрязнение воздушных геоэкологических ресурсов. Как известно, питьевая вода и продукты питания подвергаются биотрансформации, проходя через печень. Воздух в альвеолах легких поступает непосредственно в кровь, минуя химические защитные барьеры человека. Негативное действие воздушных геоэкологических ресурсов на человека происходит в процессе прямого контакта с загрязненным воздухом канцерогенами и неканцерогенными веществами. Влиянию повышенных концентраций взвешенных частиц подвержено в России более 70 млн. человек. Вследствие воздействия на организм человека различных загрязняющих веществ, находящихся в воздухе, возникают заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой и нервной системы, болезни крови, кожи, новообразования, аллергии, врожденные аномалии развития. По результатам исследований загрязнение атмосферного воздуха в целом по городам России обусловлено выбросами автотранспорта. Для 219 российских городов определены показатели

дополнительной смертности населения, составившие 68 тыс. случаев в год при воздействии мелкодисперсных взвешенных частиц размером 10 мкм и 88 тыс. случаев в год с учетом воздействия частиц диаметром 2,5 мкм [12]. Хроническое воздействие взвешенных частиц проявляется в повышенной заболеваемости детского и взрослого населения (фарингиты, бронхиты, бронхиальная астма). Наибольший вклад в уровень смертности в российских мегаполисах как у мужчин, так и у женщин в XXI в. вносили болезни системы кровообращения (инсульты и инфаркты). Второе место принадлежит новообразованиям [12].

Россия занимает второе место в мире по запасам пресной воды. При этом качество потребляемой населением воды практически во всех субъектах Российской Федерации нельзя признать удовлетворительным как по санитарно-химическим, так и микробиологическим показателям. Под качеством воды понимается ее состав и свойства, пригодные для конкретных видов водопользования (прежде всего, питьевого, рыбохозяйственного). Специфика России с позиций водной составляющей проявляется в дефиците качественных питьевых вод в местах потребности в них. По данным водопользователей России «не менее 50% населения страны потребляют некондиционную воду» [9, с. 309]. В последнее время обостряется геэкологическая ситуация, обусловленная «загрязнением лекарственными веществами поверхностных и подземных вод, включая и источники питьевого водоснабжения, и собственно питьевую воду» [1, с. 28]. Диапазон лекарственных соединений, обнаруживаемых в воде поверхностных и подземных водоисточников, включает в себя антибиотики, половые гормоны, регуляторы холестерина, противозачаточные, болеутоляющие, психотропные, антидепрессантные средства. Основными источниками лекарственного загрязнения вод считаются население (через сточные воды), лечебно-профилактические и социальные учреждения, фармацевтические производства, предприятия сельского хозяйства (в первую очередь животноводство и птицеводство).

Питание определяет взаимоотношения живого организма с окружающей средой. Из нее через пищу в организм человека проникает до 70% вредных веществ. С продуктами питания, по-видимому, связана избыточная масса тела у 62% россиян (у детей 27%), из них 23% имеют ожирение (10% детей). С позиции о геэкологических ценностях целесообразно рассматривать биопочвенное окружение человека [4]. Почва и растительность выступают в качестве основного средства производства в сельском хозяйстве. Тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью и канцерогенностью, вследствие биологического накопления в трофических цепях через продукты питания, производимые на загрязненных сельскохозяйственных угодьях, вызывают повышение заболеваемости и смертности людей от злокачественных новообразований, среди которых первое место занимает рак легких. Следует иметь в виду, что свыше 60 млн. га сельскохозяйственных угодий вблизи крупных городов загрязнены выбросами промышленных предприятий. Целый ряд признаков нездоровья в действительности вызваны токсичностью окружающей среды, включая потребляемое продовольствие. Пищевые продукты должны способствовать защите орга-

низма человека от неблагоприятных условий среды обитания. Желательный уровень обеспечения отечественными продуктами в пределах 80-85% достигнут в 2020 г., за исключением овощей (70%) и фруктов (30%). В настоящее время в России дефицита продуктов нет. Но есть дефицит средств у некоторых людей, из-за чего они не могут купить продукты для полноценного питания. Такая ситуация касается прежде всего семей с детьми. Обсуждается возможность введения в России целевых карточек на продукты для нуждающихся семей. Введение продуктовых карт особенно актуально теперь, поскольку по прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), рост цен на продукты питания будет продолжаться и в мире, и в нашей стране.

Выводы

Изучение реалий геоэкологических ценностей актуально в сфере обеспечения геоэкологической безопасности населения России. Интенсивное загрязнение окружающей среды может существенно повлиять на репродуктивное поведение населения, поскольку «техногенные воздействия приводят не только к бесплодию и ранней смерти, но и к тому, что в сильно загрязненных районах люди опасаются заводить детей из-за страха рождения ребенка с врожденными дефектами» [3, с. 246]. В России в период 2009-2011 гг. количество осложнений беременности увеличилось на 35%, врожденных аномалий – на 23%, больных с установленным диагнозом злокачественных новообразований – на 15%. Приведенное подчеркивает своевременность и нужность концепции геоэкологических ценностей – системной основы улучшения качества окружающей среды и, соответственно, жизни населения.

В ряду ценностных представлений весьма значимы геоэкологические ценности в оздоровлении окружающей человека среды [7]. С позиций геоэкологических ценностей представляется рациональным реформирование Федерального закона «Об охране окружающей среде» [8, 11]. Госпрограмме «Экология», вероятно, следует придать содержательно ясное наименование «*Оздоровление окружающей среды*» на основе геоэкологических ценностей. В нестабильном мире, подверженном эпидемии коронавирусной инфекции COVID-19 (охватившей уже более 400 млн человек, в том числе 14 млн заболевших россиян), актуальны национальные геоэкологические интересы России, означающие потребность сохранения, восстановления значимых свойств геоэкологических ресурсов как геоэкологических ценностей, обеспечивающих здоровье и жизнедеятельность людей. Поддержание процессов воспроизводства геоэкологических ресурсов (водных, воздушных, биологических, рекреационных) – приоритетная задача жизнеобеспечения человека (населения). С позиций геоэкологических ценностей – актуальной предметной и социальной действительности России принципиально различать в научно-прикладном отношении геоэкологические ресурсы и природные ресурсы в пространственно-временной конкретности окружающей среды.

Перспективы использования концепции геоэкологических ценностей видятся при обсуждении поправок в Конституцию Российской Федерации от 1

июля 2020 года и в Экологическую доктрину РФ (2002 г.), при реформировании школьного и вузовского геоэкологического образования. Идея геоэкологических ценностей, очевидно, окажется востребованной для высшего политико-экономического менеджмента, принимающего решения о безопасности систем жизнеобеспечения населения России – уникальной территориально-пространственной и сырьевой державы.

Литература

- [1] *Баренбойм Г.М., Чиганова М.А.* Загрязнение природных вод лекарствами / Отв. ред. Л.И. Эльпинер. М.: Наука, 2015. 284 с.
- [2] *Ковалев Е.В.* Глобальная продовольственная проблема // *Мировая экономика и международные отношения.* 2004. № 10. С. 26-34.
- [3] *Прохоров Б.Б.* Формирование теории антропоэкосистем // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем.* Том XIX. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2003. С. 237-255.
- [4] *Розанов Л.Л.* Учение о геоэкологических процессах: Теория и практика. М.: ЛЕНАНД, 2019. 300 с.
- [5] *Розанов Л.Л.* Геоэкологические ресурсы окружающей среды // *Высшая школа: научные исследования. Материалы межвузовского международного конгресса (г. Москва, 26 ноября 2020 г.).* М.: Изд-во Инфинити, 2020. С. 242-254.
- [6] *Розанов Л.Л.* Геоэкологические ценности // *Высшая школа: научные исследования. Материалы межвузовского международного конгресса (г. Москва, 2 сентября 2021 г.).* М.: Изд-во Инфинити, 2021. С. 9-20.
- [7] *Розанов Л.Л.* Геоэкологические ценности – концептуальное основание оздоровления окружающей среды // *Евразийское Научное Объединение.* 2021. Часть IV. № 9 (79). С. 304-308.
- [8] *Розанов Л.Л.* Настоящее и будущее геоэкологических ценностей // *Высшая школа: научные исследования. Материалы межвузовского международного конгресса (г. Москва, 14 октября 2021 г.).* М.: Изд-во Инфинити, 2021. С. 60-71.
- [9] *Современные глобальные изменения природной среды. Том 4. Факторы глобальных изменений.* М.: Научный мир, 2012. 540 с.
- [10] *Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».* М.: РИПОЛ классик; Издательство «Омега-Л», 2016. 82 с.
- [11] *Федеральный закон «Об охране окружающей среды».* М.: Проспект, 2019. 96 с.
- [12] *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 new concept of “geo-environmental values” introduced by the author in 2021 into science means life-supporting resources of the environment (natural-technogenic whole) that are significant for humans. Geoecological values are considered as indispensable for human life and health geoecological resources, namely unpolluted air, drinking water, biological products in the spatiotemporal specificity of the environment.

ПРОФЕССОР Г.Г. ШЕНБЕРГ: ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В.И. Силин

ИЯЛИ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, silinv@rambler.ru

PROFESSOR G.G. SCHONBERG: LIFE AND ACTIVITIES.

V.I. Silin

*IYALI FRC Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar*

Аннотация. Статья посвящена профессору Г.Г. Шенбергу. Рассматриваются некоторые его теоретические взгляды, приводится биография. Г.Г. Шенберг стоял у истоков формирования основных теоретических взглядов в физической географии начала XX века. Подчеркивается его вклад в развитие краеведения и методика преподавания географии.

Ключевые слова: Г.Г. Шенберг, Санкт-Петербург, география, методика географии, полупустыня.

Введение

Изучение персоналий, особенно тех, кто формировал географические представления, кто много сделал для преподавания естественных наук всегда актуально. Жизни и творчеству профессора Г.Г. Шенберга посвящен ряд работ [3, 6, 7, 13], но его значительное творческое наследие еще ждет своего исследователя.

Содержание

Шенберг Гергард (Георгий) Густавович родился в июле 1875 г. в Варшаве, где его отец был преподавателем в гимназии и лектором в Варшавском университете. После окончания гимназии в 1894 г. поступил в Петербургский университет, который окончил в 1898 г. (физико-математический факультет) специализируясь по географии. В 1899-1900 гг. учился в Берлинском и Цюрихском университетах. С декабря 1900 г. Георгий Густавович работал преподавателем географии в 1-й Петербургской гимназии, а с 1901 г. был оставлен при Петербургском университете для подготовки к профессорскому званию, работал хранителем кабинета географии и антропологии при университете.

На съезде естествоиспытателей и врачей, проходившем в Санкт-Петербурге в 1901 г. для объединения географов, работающих в различных организациях, была высказана мысль о создании «Общества Землеведения» при университете. 20.11.1902 г. Устав общества был утвержден Министерством Народного Просвещения. Первое собрание учредителей Общества состоялось 20.02.1903 г. (этот день и считался днем начала деятельности Общества). В числе членов-учредителей общества среди именитых исследователей: П.И. Броунов, С.Ф. Глинка, А.А. Иностранцев, Г.И. Танфильев мы встречаем и имя тогда еще молодого Г.Г. Шенберга, который вместе с Л.Н. Зверинцевым являлся Секретарем Общества и членом Совета [1]. Общество Землеведения издавало свои труды, читая которые мы можем судить о той работе, которую вел в нем Г.Г. Шенберг. В 1903 г. Г.Г. Шенберг сделал доклад на тему «Современное состояние вопроса о внутренности земли», затем в трудах этот доклад был

опубликован [10]. В 1904-1905 г. (второй год существования общества) он делает следующие сообщения - 25 февраля «О всемирной кабельной сети, в связи с вопросом о телеграфировании на Дальний Восток»; 21 апреля «О новой части света – Антарктиде»; 27 октября – (о своих летних наблюдениях в солончаковых степях Заволжья). Кроме того, им были выполнены рефераты: а) О международном географическом конгрессе летом 1904 г.; б). О ледниковом периоде в тропиках (2 декабря 1904 г.). П.И. Броунов достаточно высоко оценивал работу молодежи: «Хранители кабинета географии и оставленные при университете по кафедре географии лица входят в состав Общества и своим участием в работах последнего, приносят ему не мало, пользы. В заседаниях Общества принимают деятельное участие и студенты-географы» [1, с. 1]. Помимо этого объединения географов Г.Г. Шенберг участвовал в работе Географического общества, являясь его членом с 1902г.

В XX столетия правительство империи активно проводит политику исследования мало населенных земель для переселения туда крестьян из центральных и западных губерний. Принимал в этих работах участие и Г.Г. Шенберг: «Летом 1904 года, благодаря командировке от Министерства Земледелия и Государственных Имуществ, я имел возможность побывать на крайнем юго-востоке Европейской России, в пределах Арало-Каспийской низменности. С июня до середины августа я разъезжал на лошадях, на верблюдах и на байдарке по южной части Новоузенского уезда Самарской губернии и по прилегающим к Большому и Малому Узеню частях области Войска Уральского и Астраханской губернии» [9, с. 74].

Исследование этого края было очень интересно Г.Г. Шенбергу, как географу, поскольку этот край находился: «Здесь на границе между Европой и Азией сталкиваются два географических ландшафта степь и пустыня, две расы – индо-европейская и монгольская, две различных культуры – европейская и азиатская. Между всеми этими разнообразными факторами здесь происходит борьба и смешение и в результате получается что-то среднее – особый переходный ландшафт, не степь и не пустыня, а то, что Joh. Walther в своем известном сочинении "Das Gesetz der Wustenbildung" назвал "Halbwüste" полупустыня» [9, с. 74]. Надо отметить, что эта работа Г.Г. Шенберга одна из первых, посвященная описанию природы этой переходной зоны.

Большое внимание в статье Г.Г. Шенберг уделил генезису и условиям существования «помохи»: «Что касается помохи в Новоузенском крае, то для меня, по крайней мере, ясно, что она представляет собою пыльный, лессовый туман, навеваемый юго-восточными ветрами из пустынь Прикаспийских и Средней Азии» [9, с. 79].

Помимо помохи Г.Г. Шенберг рассмотрел строение грунтовых и поверхностных вод в этом засушливом районе, такая специфика рассмотрения, скорее всего, была predetermined задачами экспедиции, полученными от Министерства. Наиболее важно определение полупустыни, данное Г.Г. Шенбергом, как своеобразного типа ландшафта: «В заключении, на основании всего вышеизложенного, позволю себе дать следующее определение полупустыни, как особого

географического ландшафта: полупустыня есть переходная между пустыней и степью область с недостаточным для выщелачивания почвы и дренажа местности количеством осадков, с характерным пустынно-степным климатом, выветриванием и почвообразованием, с преобладающими солончатыми, периодически пересыхаемыми, водами, со смесью степных и пустынных растительных и животных форм, местами еще пригодная для земледелия без искусственного орошения, но в большей своей части пригодная лишь для кочевого скотоводства» [9, с. 144]. Такое определение ландшафта полупустыни вполне соответствует современным взглядам.

С 1906 г. Г.Г. Шенберг работает ассистентом на кафедре географии Санкт-Петербургского университета, в 1916 г. здесь же защищает магистерскую диссертацию «Сухие туманы на земном шаре», опубликованную в Трудах Сельскохозяйственной метеорологии (Т. 15).

Помимо педагогической деятельности Г.Г. Шенберг не прекращал научной и экспедиционной работы (Финляндия, 1904 - Арарат, 1905 - Закаспийский край, 1906 - Новокузнецкий р-н, Крым, Средняя Азия и т.д.).

Начало прошлого века и начало советского периода – всплеск проведения краеведческих исследований, немалую роль в которых играют разнообразные экскурсии. Г.Г. Шенберг, как один из лидеров географической науки не мог стоять в стороне от столь актуальной задачи географических и краеведческих исследований. В 1912 г. он представляет статью: посвященную проведению экскурсий [11]. К написанию статьи он подходит как зрелый ученый-теоретик, сознательно подчеркивая важность таких экскурсий для географа: «География не есть агломерат поверхностных знаний из самых разнообразных областей, а наука с самостоятельными методами и содержанием. Вследствие энциклопедичности ее содержания она требует от географа особенной, серьезной подготовки, и руководить настоящей географической экскурсией труднее, чем какой-либо другой. От руководителя географа, кроме детального теоретического и практического знания местности, кроме широкого образования в области естественно-научных, гуманитарных и экономических наук, прежде всего требуется понимание задач и методов современной географии» [11, с. 48]. В дальнейшем Г.Г. Шенберг много раз обращался к вопросам проведения географических экскурсий [12]. Эта статья больше чем просто работа посвященная экскурсиям, в ней Г.Г. Шенберг высказал свой взгляд на структуру и объект общего землеведения и географии вообще, его взгляды близки к представлению о структуре науки формируемому в русской географии в XX веке. Нам кажется, что эти взгляды актуальны и в наше время. Например, Г.Г. Шенберг писал: «География может быть разделена на две отрасли с несколько различными задачами и методами: на общую географию, или так называемое общее землеведение и частную, или страноведение. Общее землеведение изучает распространение какого-нибудь одного географического объекта по всему земному шару, исследует его происхождение, характер и изменения в связи с окружающей его средой в настоящем, а иногда в прошлом и будущем. Цель такого исследования, дать осмысленную картину географического объекта и выяснить его роль в

общей жизни земли» [11, с. 48]. Сейчас физическую географию подразделяют на общее землеведение и ландшафтоведение, но именно такое разделение имел в виду и Г.Г. Шенберг: «В отличие от общего землеведения частное или страноведение рассматривает совокупность географических объектов в их взаимной связи по месту, времени и происхождению в какой-нибудь стране или местности. Целью ее является осмысленная картина жизни этой страны, другими словами выяснение ее географического ландшафта, понимая под этим словом не только физико-географический, но и биологический, культурно-исторический ландшафт» [11, с. 48].

В советское время Г.Г. Шенберг очень активно работает на педагогическом поприще, он участвует в работе государственных структур по составлению учебников, учебных карт и пособий, в том числе научных фильмов, пишет многочисленные статьи для энциклопедий. Многие из этих статей имеют важные теоретические выводы и базируются на анализе многочисленных исследований, в том числе иностранных.

В 1925 г. Г.Г. Шенберг был утвержден профессором при Педагогическом институте, в 1929 году профессором Ленинградского университета. Одновременно Георгий Густавович преподавал и в других вузах.

В классической работе, посвященной деятельности Русского географического общества [2] отмечается: «В дальнейшем (после 1919 г.) вопросы учебной географии не нашли отражения в деятельности Общества вплоть до созванного в 1933 г. Первого всесоюзного съезда географов, на котором в числе прочих работала и школьная подсекция. На заседаниях этой подсекции было обсуждено 9 докладов, в том числе В.П. Буданова "О наглядных пособиях по географии и их использовании в учебной работе", Г.Г. Шенберга - "Об основных методических требованиях к учебнику географии" и др.» [2, с. 251].

В 1925 и 1927 г. Г.Г. Шенберг был командирован в Германию, Австрию, Финляндию для ознакомления с системой образования в этих странах. В 1926 г. он совместно с многими видными географами: Н.Н. Баранским, А.А. Григорьевым и др. принимает участие в создании Большой Советской энциклопедии (Т. 1-3). Так в Т.1 он в соавторстве с другими авторами пишет статью «Австрия»; в Т.3 участвует в написании статьи «Аргентина» в соавторстве с Н.Н. Баранским.

В 1930-32 гг. Г.Г. Шенберг участвовал в составлении энциклопедического словаря Граната. В издании этого словаря принимали участие многие видные географы: Л.С. Берг, В.Ю. Визе, Л.А. Зенкевич и др. Г.Г. Шенбергом для этого словаря написана статья «Азия», в которой автор проанализировал состояние изученности этого материка.

В 1934 г. было опубликовано постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) «О преподавании географии в начальной и средней школе» после которого на Геофаке педагогического института были введены крупные лекционные курсы. Курсы по общей физической географии, географии зарубежных стран и истории географических знаний читал Г.Г. Шенберг (о его работе в Ленинградском педагогическом институте писал Л.П. Шубаев [13]).

В 1938 г. Г.Г. Шенберг был арестован и осужден на 3 года (отправлен в Казахстан) по обвинению в шпионаже и терроризме. В приказе 983-а от 11.04.1937 года об увольнении из Института, в котором Г.Г. Шенберг работал с 1.09.1935 г., сказано: «За изложение программного материала по физической географии Европы в классово-враждебном, антимарксистском освещении проф. Г.Г. Шенберга от преподавания физической географии на 3 к. географического факультета с 9-го апреля отстранить. Директор института Юров» (Материал Колосовой Е.М. – музей РГПУ).

С 1938 г. Гергард Густавович жил в поселке Краснокутск в Павлодарской области, преподавал в школе, был статистиком, табельщиком при Промкомбинате и даже сторожем на бахче.

В 1943 г. Г.Г. Шенберг посылает просьбу Наркомпросу просвещения о предоставлении педагогической работы и получает приглашение в Орловский пединститут, но поскольку там уже место было занято, то в 1944 г. приказом по Наркомпросу Г.Г. Шенберг был назначен с 14.08.44 г. на должность профессора кафедры географии в Коми госпединститут (КГПИ). Интересны выдержки из характеристики на Г.Г. Шенберга: «Читает курсы: физической географии, географии зарубежных стран и методики географии. Принимает участие в методической работе института усовершенствования учителей. Лекции профессора Шенберга отличаются глубокой научностью и слушаются студентами с большим интересом. Несмотря на преклонный возраст, профессор Шенберг не ослабляет внимания к научной работе. Им подготовлены к печати две работы: 1) История географии как науки; 2) Классификация рек земного шара. Сдана в печать статья "Два новых наглядных пособия для преподавания географии". Профессор Шенберг выступает с научно-популярными лекциями в институтском лектории». При чтении документов не перестаешь удивляться энергии, которой обладали люди в то очень сложное время» [4].

12.08.46 г. Г.Г. Шенберг был освобожден от работы в КГПИ, вот его заявление об уходе: «Заявление. Извещаю Вас, что по преклонному возрасту (71 год) и выслуге лет, ухожу в отставку, и прошу освободить меня от службы в Коми пединституте. Проф. Шенберг» [5].

В списке работ, составленным самим Г.Г. Шенбергом, который нам любезно предоставила Е.М. Колосова более 40 работ, но в нем отмечены только наиболее значимые работы, сколько их всего нам пока не известно. После Коми педагогического института Г.Г. Шенберг служил в Могилевском пединституте [7].

Л.П. Шубаев пишет: «Гергарда Густавовича Шенберга, умершего 25 августа 1954 г. в Могилеве, студенты и сотрудники помнят, как исключительно эрудированного географа, неутомимого туриста, прекрасного лектора и душевного человека [13, с. 12]». В музее РГПУ им. А.И. Герцена сохранились замечательные воспоминания о Г.Г. Шенберге, как о человеке и преподавателе, которые составил П.В. Гуревич, служивший с Гергардом Густавовичем на одной кафедре.

Выводы

Г.Г. Шенберг оставил большой след в истории географии. Его творчество достойно монографического описания. Г.Г. Шенберг считал своими учителями П.И. Броунова и Э.Ю. Петри. Преемственность теоретических взглядов учителей на творчество Г.Г. Шенберга прослеживается. Ученики Г.Г. Шенберга П.А. Лярский и Л.П. Шубаев и др. сохранили благодарность учителю.

Автор благодарен работникам музея РГПУ им. А.И. Жданова Е.М. Колосовой и Е.М. Гурьяновой за предоставленные материалы.

Литература

- [1] Вступительная статья редактора //Труды Общества Землеведения при С-Пб. Ун-те. Т.1. С. 1-2.
- [2] Географическое общество за 125 лет. Л., Наука, 1979. 396 с.
- [3] *Дзенс-Литовский А.И., Лярский П.А.* Жизненный путь и научно-педагогическая деятельность Г.Г. Шенберга // Изв. Всес. Геогр. О-ва. 1958. Вып.1. С. 77-79.
- [4] *Силин В.И.* Из архивной папки (Г.Г. Шенберг) // Республика. 1995. 23 мая.
- [5] *Силин В.И.* История географо-биологического факультета Коми государственного педагогического института. Сыктывкар, 2003. 132 с.
- [6] *Силин В.И.* Остается людям (Роль незаконно репрессированных ученых в развитии периферийных вузов) (Г.Г. Шенберг, Р.Р. Вернер) // Высшее образование в России. 1996. Вып.3. С. 141-144.
- [7] *Силин В.И., Уляшева А.В.* Профессор Г.Г. Шенберг и его вклад в развитие географии // Вестник КГПИ. 2007. Вып.4. С. 59-64.
- [8] *Шарухо И.Н., Мунич Н.В.* Профессор Г.Г. Шенберг – человек-легенда Могилевского геофака // География в школе. 2012. №8.
- [9] *Шенберг Г.Г.* Новоузенский край как образец «полупустыни» // Труды Общества Землеведения при С.-Пб. Ун-те. 1906. Т.1. С. 74-99. и С. 139-144.
- [10] *Шенберг Г.Г.* Современные воззрения на состояние земного ядра // Труды Общества Землеведения при С.-Пб. Ун-те. 1906. Т. 1. С. 62-73.
- [11] *Шенберг Г.Г.* Цель и характер географических экскурсий // Труды Общества Землеведения при С.-Пб. ун-те. 1914. Т.3. С. 45-64. (статья представлена 18 октября 1912 г.).
- [12] *Шенберг Г.Г.* Физико-географические экскурсии в средней школе: Метод. Пос. для препод. / Проф. Г.Г. Шенберг. М.-Л.: Учпедгиз, 1935. 255 с.
- [13] *Шубаев Л.П.* Географический факультет Ленинградского государственного педагогического института имени А.И. Герцена // Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена. 1956. Т.116. С. 3-30.

S u m m a r y. The article is dedicated to Professor G.G. Schoenberg. Some of his theoretical views are considered, a biography is given. G.G. Schoenberg stood at the origins of the formation of the main theoretical views in physical geography of the early twentieth century. His contribution to the development of local history and the methodology of teaching geography is emphasized.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS
AND METHODS OF RESEARCH

ЛАКУНАРНОСТЬ – ФРАКТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОДНОРОДНОСТИ ИЛИ НЕОДНОРОДНОСТИ ЛЕСОВ

Ион Кристевич Андронаке

*Исследовательский центр по комплексному анализу и территориального управления,
Географический факультет, Бухарестский университет, Румыния*

LACUNARITY – A FRACTAL APPROACH TO DETERMINE SPATIAL HOMOGENEITY OR HETEROGENEITY OF THE FORESTS

Ion Andronache¹

¹ *Research Center for Integrated Analysis and Territorial Management, University of Bucharest,
Romania*

ABSTRACT. Forest areas are irregular, discontinuous and fragmented, hence, the linear analyses which use Euclidean geometry often gives results that are not accurate. Thus a very important role in shape analysis of forested areas is played by fractal analysis and lacunarity. In this study was analyzed the homogeneity or heterogeneity degree of forests using lacunarity. The lacunarity values pointed out the dependence of forested areas to environmental conditions. High values were registered in plaine areas, whereas mountains areas had the lowest values.

Keywords: fractal analysis, lacunarity, homogeneity, heterogeneity, forests.

INTRODUCTION

The properties and characteristics of a fractal are not entirely determined by calculating its fractal dimension. However, there are objects that have similar fractal dimensions but visually they have a complete different structure. Lacunarity was originally developed to describe a property of fractals [1-8]. Therefore, in order to rationalize this kind of phenomena Mandelbrot has introduced the lacunarity concept, which describes the texture of a fractal object [9]. The more, “gaps” the structure of a fractal has, the bigger is its lacunarity, e.g. a dense fractal has a low lacunarity. Hence, lacunarity is a method used to measure the way that a fractal fills the space.

A much more accurate definition of lacunarity was given by Gefen. Lacunarity is used to measure the deviation of a geometrical structure from its translational invariance [2]. Structures that are homogeneous and translational invariant show a lower lacunarity (the entire structure has quite the same scale), however, those that are inhomogeneous and are not translational invariant have a larger lacunarity (the “gaps” in their structure have different scales). The fact that the lacunarity can be applied to objects that are not self similar makes this method very versatile and it can

be used to analyze images from various fields, such as medicine [11-23], ecology [24-27], geography [28-32] or geology [33-35].

Regarding texture analysis of the forests, lacunarity is a powerful analytical tool as it is a multi-scalar measure of the spatial heterogeneity. Hence, the higher the lacunarity of a forests pattern, the higher will be the variability of its gaps, and the more heterogeneous will be its texture. In this paper, we showed how the concept of lacunarity can be applied to the spatial distribution of forests, particularly in Romania as a case study. In this study we have analyzed the lacunarity according to the algorithm proposed by Sengupta-Vinoy using IQM software [36].

MATERIALS AND METHODS

Image acquisition

For lacunarity analysis of forests areas at counties level in Romania we used digital images that were obtained from the Global Forest Change 2000-2018 database provided by the Department of Geographical Sciences, Maryland University. This database is the result of analyzing globally 654,178 Landsat 7 ETM+ images of forest areas during 2000-2018 [37]. The images had a resolution of 1642*860 pixels and were stored in uncompressed colour tiff format.

Image processing

The digital color images of the forested areas (corresponding to a 1:550,000 scale), were segmented using ImageJ 1.50g [38]: Color Deconvolution plugin (developed by Gabriel Landini from The School of Dentistry, University of Birmingham, United Kingdom) - vector H&E DAB [39] and converted to binary images for lacunarity analysis using IQM.

Lacunarity

Lacunarity in morphological analysis has been variously defined as gappiness, visual texture, in homogeneity, translational and rotational invariance, etc” [10]. Consequently, lacunarity pertains to both gaps and heterogeneity (Fig. 1).

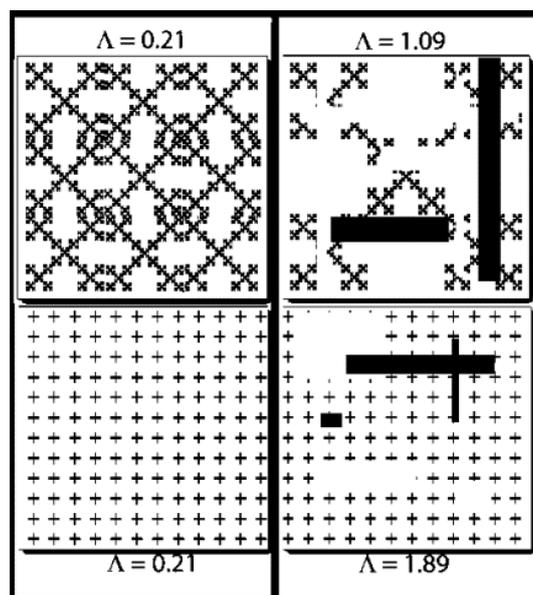


Fig. 1. Differences of lacunarity depending on the homogeneity of a fractal [9].

In this study was used the lacunarity algorithm proposed by Sengupta and Vinoy [7, 32 and 36].

Sengupta & Vinoy Lacunarity measures the size and frequency of gaps in the image, describing fractal texture and reflecting the scale invariance. Sengupta&Vinoy Lacunarity (Λ_{SV}) is usually defined by mass distribution. In the box counting method, the D-dimensional measure in each box with side r can be written as: $M(r) = A(r)r^D$

with restriction $\frac{\log A}{\log r} \rightarrow 0$

$A(r)$, in general, it is a function of r and $M(r)$ is the mass in a box of size r . Therefore, the gap can be defined quantitatively as fluctuations in mass distributions relative to its mean. So, Λ_{SV} is given by the equation:

$$\Lambda_{SV(r)} = \frac{E[M^2(r)]}{E^2[M(r)]}$$

with $E(x)$ the expectation of x .

In the lacunarity analysis, the more heterogeneously distributed the analyzed image is, the higher the gap will be. When the image is homogeneous, the lacunarity has very small values tending towards one. Low values of lacunarity indicate the homogeneity of the spatial distribution of the forests, and high values indicate heterogeneity.

RESULTS AND DISCUSSION

The Sengupta&Vinoy lacunarity of the forested areas of the Romanian counties (Fig. 2) increases with decreasing forested areas, because smaller forested areas become increasingly heterogeneous. The correlation of lacunarity with the forests areas (in km^2) is good ($\rho = -0.56$), and this show a dependence of forested areas to environmental conditions. The lowest Sengupta&Vinoy lacunarities (1.042 and 1.047) were found for Hunedoara and Covasna counties, the counties with the highest forest homogeneity.

The other well-forested counties also have a low degree of heterogeneity, like Hunedoara (1.042), Covasna (1.047), Vrancea (1.053), Gorj (1.056), Caras-Severin (1.062), Buzau (1.063), Prahova (1.063), Salaj (1.063), Arges (1.064), Maramures (1.068), Dambovita (1.068), Bistrita-Nasaud (1.069), and Suceava (1.071). This situation is due to the dependence of forested areas to environmental conditions (high hills, mountains) which provides large and compact forested areas. However, larger values of Sengupta&Vinoy lacunarities were obtained for Constanta county (1.224), Timis (1.153), Braila (1.151), Dolj (1.143), Galati (1.14), Olt (1.131) and Teleorman (1.127), counties with low altitude below <300 m and with a plain relief. In these

counties the pedological and climate conditions (loamy soil composition, rainfall below 500mm/year) have a larger spreading power of forested areas, but at the same time they have a lower compact arrangement (especially along rivers). Particularly, the lacunarity analysis leads to an obvious exception: the smallest county Ilfov has a relatively low lacunarity (1.073), which is almost the value found for Suceava county, due to the compact forested area, near Bucharest (Vlasia Forest).

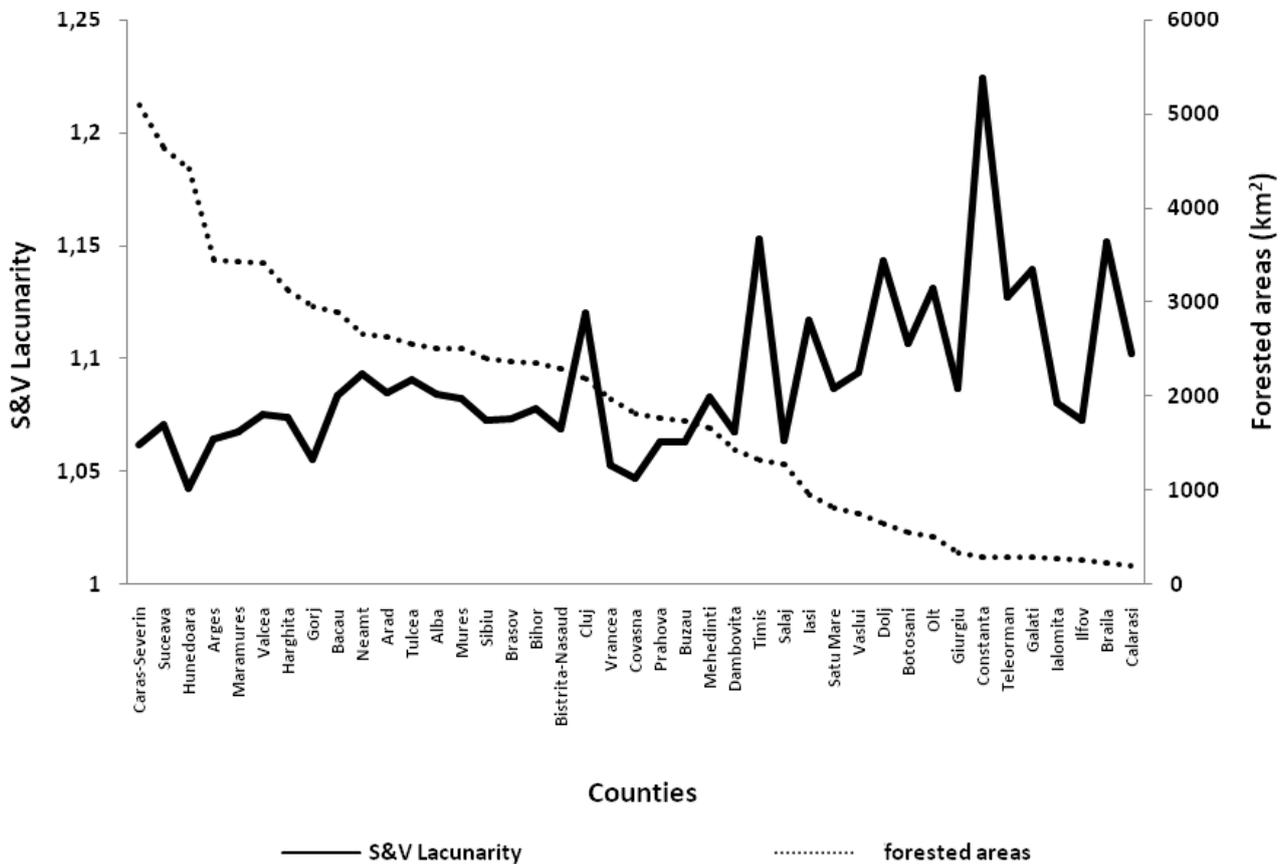


Fig. 2. Sengupta&Vinoy Lacunarity of the forested areas versus forested areas (in km²) of the Romanian counties.

Lacunarity could easily be used for other geographic investigations and even in other scientific fields, such as medical images, particularly, histological images of tissues. For an accurate analysis, the images have to be at the same scale and furthermore, the quality of the images is also quite essential. If there are images with different qualities, it would be difficult to determine whether the differences of the lacunarity values are a result of an arbitrary decision taken during the estimation process or they are a natural result of real differences in the images' textures.

To be truly useful, the results of the lacunarity analysis has to be correlated with the results obtained from fractal analysis, succolarity [41], morphometric and GIS methods, like circularity index or the nuclear contour [42].

CONCLUSIONS

Forested areas are fragmented, irregular, and discontinuous and therefore, linear analyses using Euclidean geometry very often fail. Fractal analyses provide the possibility to calculate quantitative parameters, such as fractal dimensions and lacunarities for natural objects, particularly, geographic shapes or areas.

The proposed lacunarity method is a global method with the advantage to capture the analysis of the whole morphology of an image. However, it does not capture information with local character, such as the relation between small clusters and isolated forested patches. This disadvantage could be solved by complementary models such as local fractal analyses, e.g. determination of the mass-dimension for each separate and individual cluster area or the ruler-dimension for each individual cluster border.

The method presented in this study can be useful for specific territorial management strategies, so that environmental and economic decisions may be effective.

REFERENCES

- [1] *Mandelbrot B.B.* The fractal geometry of nature, (W. H. Freeman and Company, New York, 1982) 468 pgs.
- [2] *Gefen Y., Aharony A., Mandelbrot A. and B.B.* Phase transitions on fractals: III infinitely ramified lattices, *J. Phys. A* **17** (2005) 1277-1289.
- [3] *Lin B. and Yang Z.* A suggested lacunarity expression for Sierpinski carpets, *J. Phys. A* **19** (1986) 49-52.
- [4] *Allain C. and Cloitre M.* Characterizing lacunarity of random and deterministic fractal sets, *Phys. Rev. A* **44** (1991) 3552-3558.
- [5] *Dong P.* Test of a new lacunarity estimation method for image texture analysis, *International Journal of Remote Sensing* **21**(17) (2000) 3369-3373.
- [6] *Tolle C.R., Junkin T.R. Mc, Rohrbaugh D.T. and LaViolette R.A.* Lacunarity definition for ramified data sets based on optimal cover, *Physica D* **179**(3) (2003) 129-15.
- [7] *Sengupta K. and Vinoy K.J.* A new measure of lacunarity for generalized fractals and its impact in the electromagnetic behavior of Koch dipole antennas, *Fractals* **14**(4) (2006) 271-282.
- [8] *Mandelbrot B.B.* Measures of fractal lacunarity: Minkowski content and alternatives. *Fractal Geometry and Stochastics* eds C. Bandt, S. Graf and M. Zähle (Basel and Boston: Birkhäuser Verlag, 1995)
- [9] *Plotnick R. et al.* Lacunarity analysis: a general technique for the analysis of spatial patterns, *Physical Review* **55**(5) (1996) 5461-5468.
- [10] *Karperien A.* FracLac for ImageJ, WWW Document, (<http://rsb.info.nih.gov/ij/plugins/fraclac/FLHelp/Introduction.htm>) (1999-2016) (accessed 11 Jan. 2016).
- [11] *Smith Jr T.G., Lange G.D. and Marks W.B.* Fractal methods and results in cellular morphology dimensions, lacunarity and multifractals, *J Neurosci Methods* **69**(2) (1996) 123-136.
- [12] *Yasar F. and Akgünlü F.* Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs, *Dentomaxillofacial Radiology* **34** (5) (2005) 261-267.

- [13] *Zaia A. et al.* MR imaging and osteoporosis: Fractal lacunarity analysis of trabecular bone, *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.* 10 (2006) 484–9.
- [14] *Gilmore S., Hofmann-Wellenhof R., Muir J. and Soyer H.P.* Lacunarity Analysis: A Promising Method for the Automated Assessment of Melanocytic Naevi and Melanoma, *PLoS ONE* 4(10) (2009) 7449-7459.
- [15] *Ivanovici M., Richard N. and Decean H.* Fractal dimension and lacunarity of psoriatic lesions: a colour approach, in *BEBI'09 Proceedings of the 2nd WSEAS international conference on Biomedical electronics and biomedical informatics (World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA, 2009)* 199-202.
- [16] *Jelinek H.F., Karperien A. and Milosevic N.T.* Lacunarity analysis and classification of microglia in neuroscience, in *Proceedings of the 8th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology* (2011) 1-6.
- [17] *Di Ieva A. et al.* Fractals in the neurosciences, part I general principles and basic neurosciences, *The Neuroscientist* 20 (2013) 403–417.
- [18] *Soares F. et al.* 3D lacunarity in multifractal analysis of breast tumor lesions in dynamic contrastenhanced magnetic resonance imaging, *IEEE Transactions on Image Processing* 22 (2013) 4422–4435
- [19] *Talu S. et al.* Fractal and lacunarity analysis of human retinal vessel arborisation in normal and amblyopic eyes, *HVM Bioflux* 5(2) (2013) 45-51.
- [20] *Manera M., Dezfuli B.S., Borreca C. and Giari L.* The use of fractal dimension and lacunarity in the characterization of mast cell degranulation in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*), *J. Microsc.* 256 (2014) 82–89.
- [21] *Karperien A. and Jelinek H.F.* Fractal, multifractal, and lacunarity analysis of microglia in tissue engineering, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 3(51) (2015) 1-4.
- [22] *Lennon F. et al.* Lung cancer—a fractal viewpoint, *Nat. Rev. Clin. Oncol.* 12 (2015) 664-675.
- [23] *Zaia A.* Fractal Lacunarity of Trabecular Bone and Magnetic Resonance Imaging: New Perspectives for Osteoporotic Fracture Risk Assessment, *World Journal of Orthopedics* 6(2) (2015) 221–235.
- [24] *Plotnick R.E., Gardner R.H. and O'Neill R.V.* Lacunarity indices as measures of landscape texture, *Landscape Ecology* 8(3) (1993) 201-211.
- [25] *With K.A. and King A.W.* Dispersal success on fractal landscapes: a consequence of lacunarity thresholds, *Landscape Ecology* 14(1) (1999) 73–82.
- [26] *Dale M.R.T.* Lacunarity analysis of spatial pattern: a comparison. *Landscape Ecology* 15 (2000) 467–478.
- [27] *Frazer G.W., Wulder M.A. and Niemann K.O.* Simulation and quantification of the fine-scale spatial pattern and heterogeneity of forest canopy structure: a lacunarity -based method designed for analysis of continuous canopy heights, *For Ecol Manage* 214 (2005) 65-90.
- [28] *Der Keersmaecker M.L., Frankhauser P. and Thomas I.* Using fractal dimensions to characterize intra-urban diversity. The example of Brussels, *Geogr. Anal.* 35(4) (2003) 310-328.

- [29] *Alves Júnior S. and Barros Filho M.* Multiscale measurements of fragmented cities: enhancing urban analysis through lacunarity based measures, in: VIII GeoComputation International Conference, University of Michigan, USA (2005).
- [30] *Myint S.W., Mesev V. and N.* Urban textural analysis from remote sensor data: lacunarity measurements based on the differential box counting method, *Geogr. Anal.* 38 (2006) 371-390.
- [31] *Papuc R.M. et al.* Assessment of the economic pressure on forest ecosystems in Romania, *SGEM2015 Conference Proceedings* 3(2) (2015) 441-446.
- [32] *Pintilii R.D. et al.* Determining forest fund evolution by fractal analysis (Suceava - Romania), *Urbanism.Architecture.Constructions* 7(1) (2016) 31-42.
- [33] *Cheng Q.* Multifractal Modeling and Lacunarity Analysis, *Mathematical Geology* 29(7) (1997) 919-932.
- [34] *Cheng Q.* The gliding box method for multifractal modeling, *Computers & Geosciences* 25(9) (1999) 1073-1079.
- [35] *Chmiela J. and Slota D.* Analysis of emptiness (lacunarity) as a measure of the degree of space filling and of the internal structure of a set, *Materials Characterization* 56(4-5) (2006) 421-428.
- [36] *Kainz P., Mayrhofer-Reinhartshuber M. and Ahammer H.* IQM: An Extensible and Portable Open Source Application for Image and Signal Analysis in Java, *PLoS ONE* 10(1) (2015) e0116329.
- [37] *Hansen M.C. et al.* High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change, *Science* 342(6160) (2013) 850-853.
- [38] *Rasband W.S.* ImageJ, WWW Document, (<http://imagej.nih.gov/ij/>) (1997-2016) (accessed 11 Jan. 2016).
- [39] *Ruifrok A.C. and Johnston D.A.* Quantification of histochemical staining by color deconvolution, *Anal. Quant. Cytol. Histol.* 23 (2001) 291-299.
- [40] *Tannier C. and Pumain D.* Fractals in urban geography: a theoretical outline and an empirical example, *Cybergeo: European Journal of Geography* 307, WWW Document, (<http://cybergeo.revues.org/3275>) (2005) (accessed 03 Jan. 2016).
- [41] *R.H.C. De Melo, A. Conci,* How Succolarity could be used as another fractal measure in image analysis, *Telecommunication Systems* 52(3) (2013) 1643-1655.
- [42] *Bianciardi G., Miracco C., De Santi M.M. and Luzi P.* Differential diagnosis between mycosis fungoides and chronic dermatitis by fractal analysis, *Journal of Dermatological Science* 33 (2003) 184-186.

Аннотация. Лесные массивы нерегулярны, прерывисты и фрагментированы, поэтому линейный анализ, использующий евклидову геометрию, часто дает неточные результаты. Таким образом, очень важную роль в анализе формы лесных территорий играют фрактальный анализ и лакунарность. В данном исследовании анализировалась однородность или степень неоднородности лесов с помощью лакунарности. Значения лакунарности указывали на зависимость площади лесов от условий окружающей среды. Высокие значения были зарегистрированы в равнинных районах, в то время как в горных районах были самые низкие значения.

ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ДЖАЛО (ПРОВИНЦИЯ АКЛАН, ФИЛИППИНЫ)

В.М. Анохин^{1,2,3}

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

²Институт озероведения РАН СПб ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург,

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

RESULTS OF A PRELIMINARY STUDY OF THE ALLUVIAL DEPOSITS OF THE JALO RIVER (AKLAN PROVINCE, PHILIPPINES)

V.M. Anokhin^{1,2,3}

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

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg,

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

Аннотация. Проведено обследование аллювия в среднем течении р. Джало в провинции Аклан на филиппинском о. Панай, отобраны пробы собственно аллювиальных отложений и их тяжелой фракции. В результате предварительно изучен состав терригенных обломков, снесенных рекой с предгорий горного массива Нангтуд, расположенного восточнее. Проведено микроскопическое изучение тяжелой фракции из аллювиальных песков, выявлен ее состав, в котором преобладает магнетит, в подчиненном количестве присутствуют вулканическое стекло, оливин и хризолиты.

Ключевые слова: аллювиальные отложения, пески, морфология берегов, тяжелая фракция, магнетит.

Введение

Изучением геолого-геоморфологического строения Филиппинских островов занимается в основном Горно-геологическое бюро Департамента окружающей среды и природных ресурсов (MGB DENR) Филиппин. Результаты его деятельности отражены в ряде публикаций и карт геологического содержания. В частности, геология острова Панай, на котором расположена провинция Аклан, частично отражена на геологической карте масштаба 1:50 000 VI региона (Западные Висайи) [2] и монографии «Геология Филиппин» [3].

Автор, проживая некоторое время в городе Балете, расположенном в районе среднего течения реки Джало, посчитал возможным провести ознакомительное исследование на небольшом доступном участке этой реки, пригодном для отбора проб. Возможно, сведения, приведенные в данной публикации, будут интересны российским специалистам.

Объект и методика

Река Джало протекает по поверхности одного из тектонических блоков, на которые разбит весь архипелаг, принадлежащий к Филиппинскому мобильному поясу. Этот блок занимает более низкое положение, чем расположенный западнее приподнятый блок с гористой поверхностью (массив Нангтуд) и выражен в рельефе впадиной Илоило, занимающей всю центральную часть о. Панай. Блоки разделены Филиппинским разломом, имеющем в данном районе субмеридиональное простирание (рис. 1). Возраст

пород, слагающих блоки и образовавших их процессов в основном неогеновый. Терригенный материал, сносимый с поднятого блока на опущенный, частично накапливается в аллювии протекающих здесь рек, таких, как р. Аклан и р. Джало.

Река Джало берет свое начало у предгорий массива Нангтуд и течет в северном направлении, принимая в себя ряд притоков и впадая в море Сибуйан. Русло реки Джало довольно интенсивно меандрирует практически на всем своем протяжении.

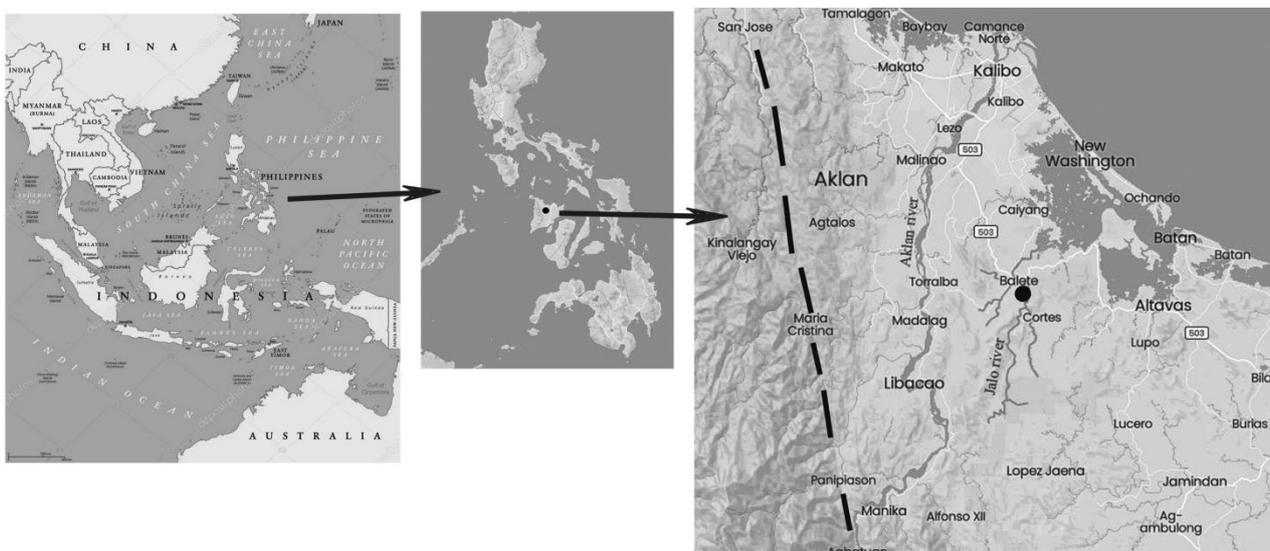


Рис. 1. Положение района исследований. На левой схеме точкой обозначен район исследований, пунктиром – Филиппинский разлом.

В ходе предварительного исследования был изучен небольшой участок речной долины р. Джало, включающий речную косу и прилегающий правый берег (рис. 2).

В точке отбора проб река Джало делает излучину с углом около 120° , на выходе из которой река у правого берега образует косу длиной около 40 м, шириной в среднем 15 м, высотой до 1 м (рис. 2, 3).

Правый берег над косой имеет форму уступа высотой до 3 м, с углом откоса до $80-90^\circ$. Уступ сложен темно-оранжевой супесью, горизонтально рассланцованной (рис. 3, слева).



Рис. 2. Положение обследованного участка (черный контур)



Рис. 3. Поверхность обследованной речной косы. Слева – голова косы, взгляд на восток, справа – хвост косы, взгляд на запад.

Поверхность террасы наклонена к реке с углом до 10° . В полосе до 10 м она поросла травой, дальше от берега – крупными растениями – банан, бамбук, редкие пальмы и др. Левый берег имеет высоту до 5 м, углы откоса до $40-70^\circ$, сложен, по-видимому, такой же супесью, как и правый. У воды на левом берегу встречаются редкие обрывы высотой до 1 м, углами откоса – до 90° . Левый берег порос травой, бамбуком, бананами и др. (рис. 3, справа).

Была проведена фотосъемка и описание участка, отобраны пробы аллювия и промыв шлик с целью изучения состава тяжелой фракции. Применялась общая методика отработки станций наблюдения при геологической съемке [1].

Шлик отмывался из отложений на урезе воды, из начальной пробы весом около 20 кг, получилось 2-3 г тяжелой фракции.

В дальнейшем шлик был рассмотрен под микроскопом.

Результаты и обсуждение

Речная коса сложена темно-бурым рассыпчатым галечно-песчано-гравийным материалом, разной степени окатанности.

В состав крупных обломков входят: базальт темно-серый скрытокристаллический, очень плотный; глинистые породы разной степени плотности, обычно пятнистые (на сером фоне – охристые включения до 1 см); редкая хорошо окатанная галька песчаника светло-розово-серого полимиктового среднезернистого плотного хрупкого. На поверхности косы довольно часто встречаются раковины океанических двустворок – устриц, мидий, пектенов до 5 см и более.

Песок в составе речных отложений разнозернистый (существенно гравелистый и грубозернистый) полимиктовый с примесью алеврита до 5%.

Шлик мелко-среднезернистый. Окатанность зерен шлика в основном хорошая и средняя. Состав шлика по результатам микроскопических исследований: магнетит – 50%; вулканическое стекло – 30%; оливин (?) – 5%; хризолит (?) – 5%, прочее – 10% (рис. 8).

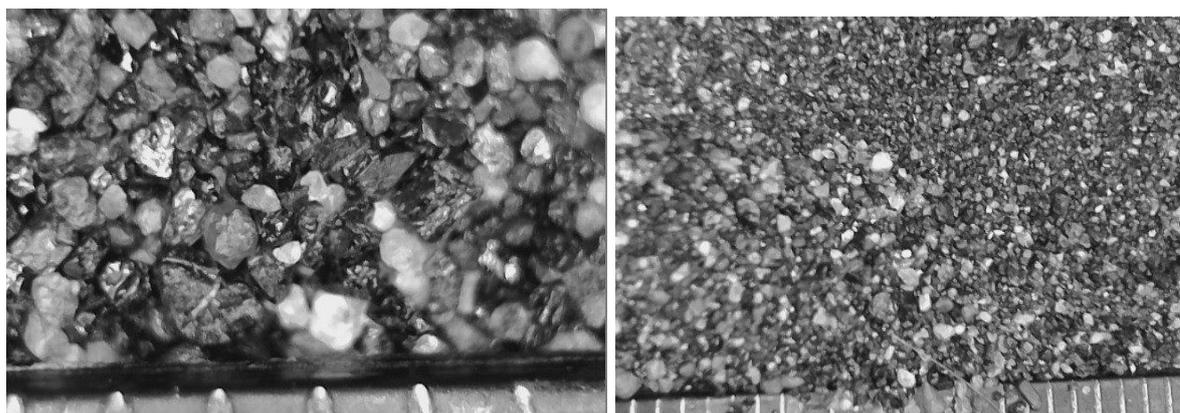


Рис. 8. Шлик из аллювия р. Джало при разном увеличении (риски внизу – миллиметры). Темные зерна – в основном магнетит и вулканическое стекло, светлые – в основном оливин и хризолит.

Заключение

Проведенное предварительное исследование показало, что река Джало, дренирующая в основном терригенные отложения, снесенные с горного массива Нангтуд и прилегающих к нему горных сооружений, переотложила в своем аллювии обломки следующих пород: базальты, песчаники, глинистые образования. В тяжелой фракции преобладает магнетит, в подчиненном количестве присутствуют вулканическое стекло, оливин, хризолит.

Данное исследование является предварительным и предполагает расширенное продолжение в будущем, в частности, возможно обследование иных участков р. Джало, а также р. Аклан, протекающей восточнее. Также необходимо провести более тщательный минералогический анализ уже имеющейся пробы тяжелой фракции с целью уточнения ее состава.

Литература

- [1] Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1:50 000 / под ред. А.С. Кумпана. Л., Недра. 1978. 287 с.
[2] Geological maps of the Philippines, Region VI, Sheet No3654IV Scale 1:50 000. 1983.
[3] Geology of the Philippines, Second Edition. Mines and Geosciences Bureau. Queson city, June 2010.

S u m m a r y. The author examined alluvial deposits in the middle reaches of the Jalo River in the province of Aklan on the Philippine island of Panay, samples of alluvial deposits and their heavy fraction were taken. As a result, the composition of terrigenous fragments carried by the river from the foothills of the Nangtud mountain range, located to the east, has been preliminary studied. A microscopic study of the heavy fraction from alluvial sands was carried out, its composition was revealed, in which magnetite predominates, volcanic glass, olivine and chrysolites are present in a subordinate amount.

ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСТУПОВ НА ДНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Анохин В.М.¹²³, Дудакова Д.С.²

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

²Институт озероведения РАН ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург,

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

DISCOVERY OF NEW TECTONIC SEDGES AT THE BOTTOM OF LADOGA LAKE

V.M. Anokhin¹²³, D.S. Dudakova²

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

²Limnology Institute RAS, St. Petersburg,

³St. Petersburg Research Centre RAS, St. Petersburg

Аннотация. При проведении фотовидеосъемки дна Ладожского озера в 2021 г. были обнаружены 2 прямолинейных субвертикальных уступа высотой до 10-20 м. Пространственное положение этих уступов позволяет утверждать их тектоническое происхождение, а также тектоническую природу ряда прямолинейных гряд и впадин в северной части Ладожского озера. Учитывая то, что годом ранее в разных районах северной части Ладожского озера авторами были также обнаружены подобные уступы, можно сделать вывод о широкой распространенности тектонических уступов на дне Ладоги.

Ключевые слова: подводные уступы, Ладожское озеро, донный рельеф, фотовидеосъемка дна, тектоника

Введение

Морфология дна Ладожского озера изучается много лет. Исследования донного рельефа озера проводились многими организациями, в числе которых можно упомянуть ВСЕГЕИ, Севзапгеология, ВНИИОкеангеология, ИНОЗ РАН, ААНИИ, СПбГУ, Институт водных проблем РАН и многие другие.

Результаты исследований были опубликованы в многочисленных статьях и монографиях [1, 5, 7-9, 11]. Авторы также имеют ряд публикаций, относящихся к данной теме [2-4, 10].

Продолжаются геологические и геоморфологические исследования дна Ладожского озера силами сотрудников Института озероведения РАН (ИНОЗ РАН СПб ФИЦ РАН).

Начиная с 2018 г. при изучении дна Ладожского озера используются подводные аппараты, оборудованные фотовидеокамерами, созданные в ИНОЗ РАН [6]. Благодаря использованию этого нового исследовательского инструмента на дне Ладожского озера были обнаружены несколько интересных фактов строения дна, в частности, в 2020 г. в северной части озера камера зафиксировала несколько подводных субвертикальных уступов, сложенных коренными породами, высотой в несколько десятков метров [12].

В процессе фотовидеосъемки дна Ладожского озера в 2021 г. были обнаружены 2 прямолинейных субвертикальных уступа высотой до 10-20 м в районах гряды Войссинойсаари и в заливе Хийденселькя.

Объект и методика

Дно Ладожского озера в его северной части имеет довольно сложный рельеф с перепадами глубин 100-200 м и характеризуется преобладанием линейно – вытянутых форм рельефа в основном северо-западного простираения. В предшествовавших исследованиях 2020 г. на дне северной части озера были обнаружены 3 линейных субвертикальных уступа на склонах впадин в районах Питкяранта, Мустасаари и на западном подводном склоне острова Валаам [12] (рис. 1). Все найденные уступы расположены в северной части озера, где рельеф дна имеет высокую расчлененность.

При проведении работ 2021 г. подобные уступы были обнаружены на ЮВ склоне гряды острова Войссинойсаари и в протяженной впадине в проливе между островами Карпансари и Мякисало в южной части залива Хийденселькя (рис. 1).

Как в 2021 г., так и ранее, исследования проводились с борта легких плавсредств, в основном надувных лодок. Визуальное изучение дна проводилось методом фотовидеопрофилирования с помощью последних модификаций подводных аппаратов «Limnoscout», созданных в ИНОЗ РАН. Фотовидеопрофилирование сопровождалось эхолотным промером с помощью судового эхолота и привязкой с помощью GPS-навигатора GARMIN GPSmap78. [6].

В дальнейшем результаты фотовидеопрофилирования наносились на подробную батиметрическую карту и сопоставлялись с рисунком изобат.

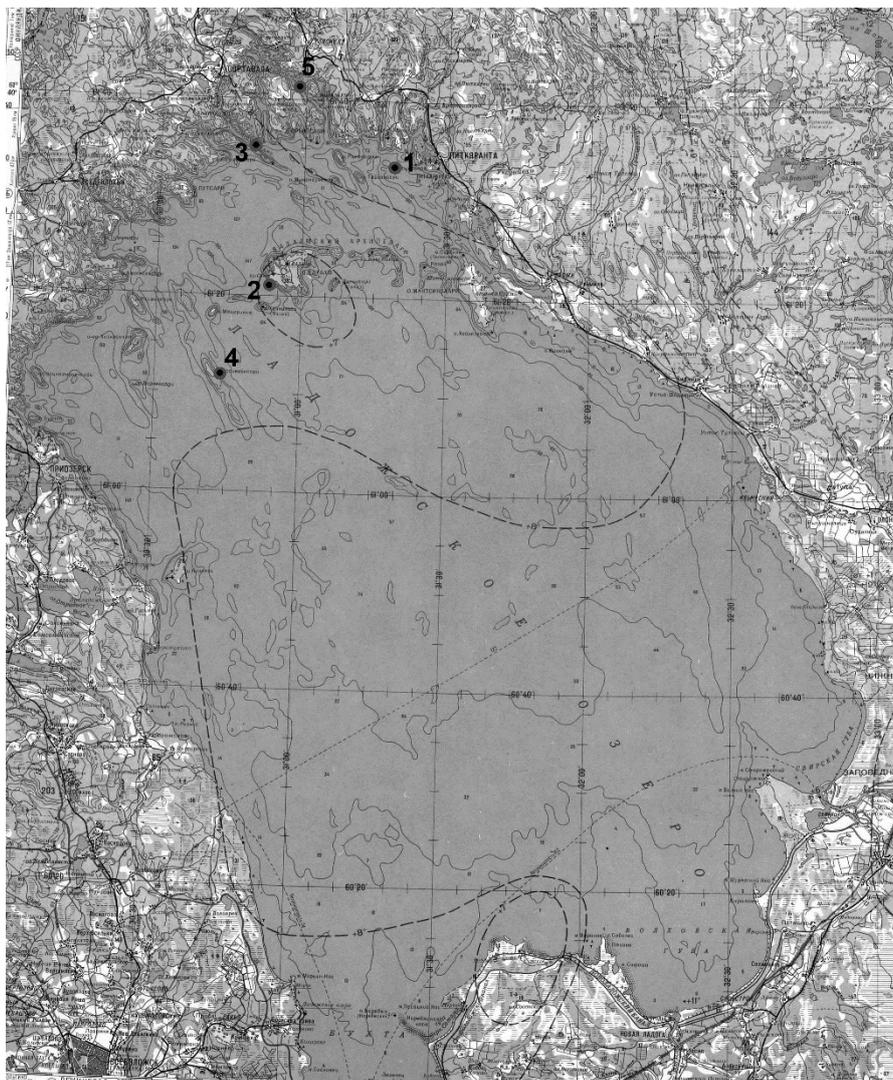


Рис. 1. Положение уступов на дне Ладожского озера.

1-3 – обнаруженных в 2020 г.: 1 – в районе Питкяранта, 2 – в районе Валаам, 3 – в районе Мустаасари; 4-5 – обнаруженных в 2021 г.: 4 – в районе Войссинойнсари, 5 – в районе Хийденселькя

Результаты и обсуждение

При сопоставлении пространственного положения обнаруженных уступов с рисунком изобат на батиметрических картах обнаружено их совпадение с линейно-вытянутыми склонами обычно СЗ простирания на бортах впадин, которые имеют уклоны $40-50^\circ$. По всей вероятности, обнаруженные уступы соответствуют по простиранию этим склонам и могут быть трассированы вдоль них.

На фоторграфиях уступа на склоне гряды Войссинойнсари видно, что уступ сложен коренными породами, вероятно, рифейскими песчаниками, которые распространены в этом районе (рис. 2А) [1].

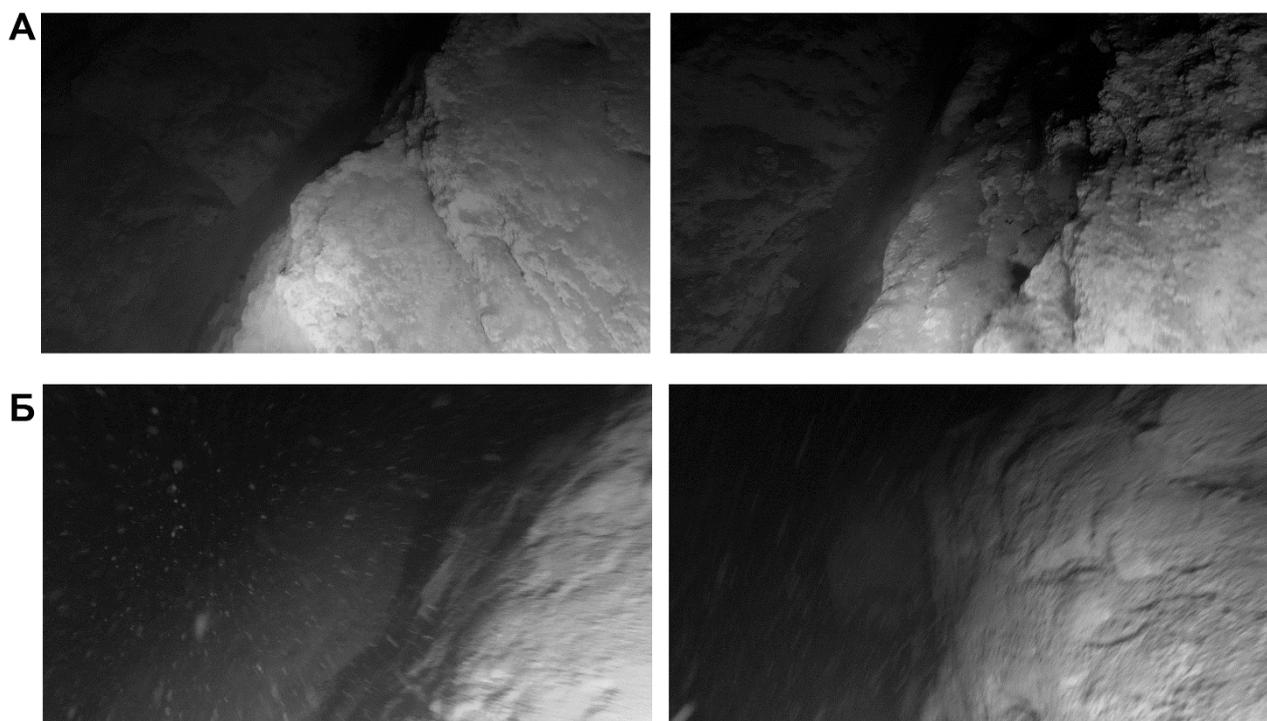


Рис. 2. Фотографии донных уступов на СВ склоне гряды Войссинойнсаари (А) и в заливе Хийденселькя (Б)

Обнаружение коренного прямолинейного, вероятно тектонического уступа вдоль простирания склона гряды Войссинойнсаари свидетельствует о тектоническо-блоковой природе данной гряды, что предполагалось рядом исследователей ранее, но получило вещественное доказательство только теперь. Более того, гряда Войссинойнсаари является одной из нескольких параллельных морфологически сходных гряд, занимающих существенную площадь дна на севере Ладожского озера. Поэтому вывод о блоковой природе можно распространить на всю эту группу гряд.

Уступ в проливе Хийденселькя также сложен коренными породами (рис. 2Б) и, по-видимому, является морфологическим выражением сброса на западном склоне пролива между островами Карпансаари и Мякисало. Вполне вероятно, что и вдоль восточного берега пролива имеется подобный уступ; в этом случае пролив контролируется тектоническим трогом. Таких прямолинейных проливов довольно много между островами в северной части Ладожского озера, и предположение о тектоническом происхождении значительного количества из них получает теперь дополнительное подтверждение.

Количество обнаруженных тектонических уступов на дне Ладожского озера по итогам 2-х лет исследований составляет в настоящее время 5: в районах Питкяранта, Хийденселькя, Мустасаари, Валаам и Войссинойнсаари. Все они хорошо вписываются в сеть разломов дна Ладожского озера (рис. 3). Имеются основания полагать, что подобные уступы не являются чем-то необычным для дна Ладожского озера, а напротив, представляют собой весьма

характерную особенность как морфологического, так и тектонического строения дна озера.

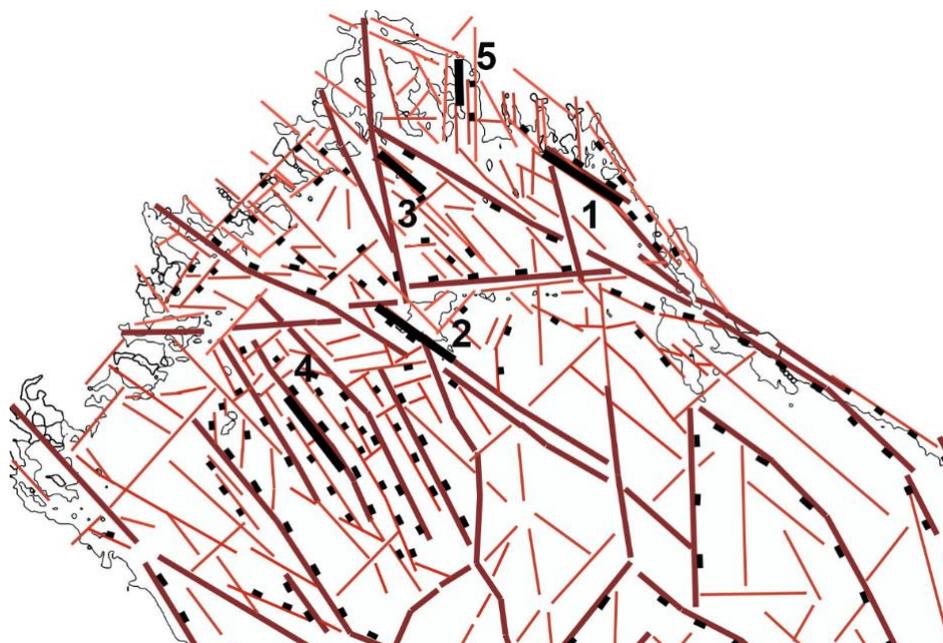


Рис. 3. Положение изучаемых субвертикальных уступов (жирные отрезки) в сети разломов северной части Ладожского озера (рисовка сети разломов – В.М. Анохин, с использованием [1]).

1-3 – обнаруженных в 2020 г.: 1 – в районе Питкяранта, 2 – в районе Валаам, 3 – в районе Мустаасаари; 4-5 – обнаруженных в 2021 г.: 4 – в районе Войссинойнсаари, 5 – в районе Хийденселькя

Заключение

Обнаруженные на дне Ладожского озера два новых тектонических уступа в совокупности с тремя, обнаруженными в этом районе годом ранее, позволяют говорить о широкой распространенности данного явления в северной части дна озера.

Наличие коренного прямолинейного уступа на СВ склоне гряды Войссинойнсаари свидетельствует о тектонической природе всей гряды, а также, вероятно, и всей системы гряд зоны долинно-грядового рельефа в северной части Ладоги.

Существование коренного прямолинейного уступа в заливе Хийденселькя говорит о тектонической природе данного пролива, а также, вероятно, и всей фиардово-шхерной зоны северного побережья озера.

Таким образом, разломно-блоковое строение зоны долинно-грядового рельефа дна Ладожского озера и его фиардово-шхерной прибрежной зоны получает новое подтверждение.

Благодарности

Авторы благодарны М.О. Дудакову за участие в исследовании.

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.

Литература

- [1] *Амантов А.В.* Геология дочетвертичных образований и тектоника Ладожского озера // Региональная геология и металлогения, № 58, 2014. С. 22-32.
- [2] *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.
- [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., 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.
- [5] *Геозэкология Ладожского озера /ред. В.Л. Иванов, В.И. Гуревич.* СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. 209 с.
- [6] *Дудакова Д.С., Анохин В.М., Дудаков С.М.* Использование необитаемого подводного аппарата для исследования бентофауны сублиторали и абиссали Ладожского озера // Морские исследования и образование – Материалы конференции MARESEDU 2019. М, ИОРАН, 2019.
- [7] *Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев.* СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [8] *Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин, Н.А. Нестеров.* СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.
- [9] *Науменко М.А.* Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели // Известия РАН. Серия географическая, 2013, №1. С. 62-72.
- [10] *Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / ред. С.А. Кондратьев, Ш.Р. Позняков, В.А. Румянцев М., РАН, 2021. 637 с.*
- [11] *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.
- [12] *Anokhin V., D. Dudakova, M. Dudakov.* Tectonic ledges at the bottom of Lake Ladoga. EGU21-1789. EGU General Assembly 2021. © Author(s) 2021.

S u m m a r y. During the photo and video survey of the bottom of Lake Ladoga in 2021, 2 rectilinear subvertical ledges up to 10–20 m high were discovered. The spatial position of these ledges allows us to assert their tectonic origin, as well as the tectonic nature of a number of rectilinear ridges and depressions in the northern part of Lake Ladoga. Taking into account the fact that a year earlier, in different regions of the northern part of Lake Ladoga, the authors also discovered similar ledges, we can conclude that tectonic ledges are widespread at the bottom of Ladoga.

СВЯЗЬ АЭРОЗОЛЬНОЙ МУТНОСТИ АТМОСФЕРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ ЗА ПЕРИОД 2004-2021 ГГ

М.С. Васильев^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск

²Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «ЯИЦ СО РАН», г. Якутск, vms_1984@mail.ru

RELATIONSHIP OF AEROSOL TURBIDITY OF THE ATMOSPHERE IN CENTRAL YAKUTIA WITH FOREST FIRES IN THE PERIOD 2004-2021

M.S. Vasiliev^{1,2}

¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

²Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of SB RAS, FRC «YaSC SB RAS», Yakutsk

Аннотация. В настоящей работе приводится результат анализа связи между межгодовыми вариациями аэрозольной мутности атмосферы (*III* класс – замутненная «грязная» атмосфера) и лесными пожарами (данные спектрорадиометра MODIS и «Авиалесоохрана») в Якутии за период 2004-2021 гг. Установлено, что ежегодно дни со значениями аэрозольной оптической толщи (АОТ), относящимися к *III* классу прозрачности атмосферы, находились в пределах 25-30% общего числа дней измерения АОТ. Показано, что за рассматриваемый период, наблюдается хорошая корреляционная связь (*R*) между максимальными значениями АОТ (*III* класс) и лесными пожарами – $R=0,5$ (АОТ & «Авиалесоохрана») и $R=0,7$ (АОТ & MODIS).
Ключевые слова: мутность атмосферы, аэрозоль, лесные пожары, солнечный фотометр, Якутия.

Введение

Лесные пожары носят чрезвычайный характер, который связан с изменением свойств и состава атмосферы. В период весна-осень, прозрачность атмосферы во многих регионах России зависит от наличия и концентрации в атмосфере дымового пирогенного аэрозоля. Дымовой аэрозоль от лесных пожаров влияет на различные процессы в атмосфере, не только ухудшая ее прозрачность, но и экосистему, а также здоровье населения [2, 4, 5].

Материалы исследования

В Центральной Якутии мониторинг АОТ (безразмерная величина, характеризующая спад солнечной радиации, проходящей через атмосферный аэрозоль) проводится на солнечном фотометре марки CIMEL CE-318 (<https://aeronet.gsfc.nasa.gov/> – ст. Якутск: 61.662 с.ш., 129.367 в.д., высота над уровнем моря 118,5 м) [3, 4, 9]. В сети AERONET аэрозольные параметры имеют три уровня качества данных: 1.0, 1.5 и 2.0 [10]. Уровень 1.0 – первичные результаты без применения критериев отбраковки. Уровень 1.5 – данные, прошедшие автоматическую процедуру исключения облачности на основе оценки условий наблюдений по результатам анализа короткопериодных и дневных вариаций АОТ. Уровень 2.0 – присваивается данным уровня 1.5, скорректированным с учетом последней калибровки интерференционных фильтров фотометра и прошедшим ручной контроль качества измерений. Существуют также две версии обработки измерений AERONET: 2.0 и 3.0. Версия 3.0 учитывает «множество» факторов, включая перистые облака,

солнечные затмения, слабую спектральную зависимость АОТ и атмосферные температурные аномалии. Данные версии обработки 3.0 уровня 1.5 не уступают результатам версии 2.0 уровня 2.0.

Информация о лесопожарной активности (N_{pix} – количество «пожарных» пикселей по данным спектрорадиометра MODIS/Terra, Aqua с уровнем достоверности 80-100% [8]) получена на основе системы FIRMS (<https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/firms/active-fire-data>). Дополнительно была использована информация о лесных пожарах по данным ГБУ «Якутская база авиационной охраны лесов» («Авиалесоохрана»).

Результаты и обсуждение

В табл. 1 представлены основные характеристики CIMEL CE-318 за период 2004-2021 гг., используемые в данной работе, с учетом предыдущих версий и уровней данных, а также задержки обработки данных версии 3.0 уровня 2.0 в сети AERONET.

Классификация прозрачности (аэрозольная мутность) атмосферы, используемая в данной работе, состоит из трех классов [6]: *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). Использование средних значений АОТ, зависящих от максимальных значений в выборке, не является корректным. Данная классификация прозрачности атмосферы, применяемая в работе, позволяет полнее характеризовать наблюдаемые изменения АОТ.

За рассматриваемый период максимальные значения АОТ, относящиеся к *III* классу прозрачности атмосферы, находились в пределах от 0,296 (2004 г.) до 4,391 (2021 г.), а минимальные – от 0,111 (2004 г.) до 0,641 (2021 г.)

Атмосферный аэрозоль принято делить на три класса (в зависимости от размеров частиц – дисперсности): дымы (*высокодисперсные* 0,001 – 0,1 мкм); облака, туманы (*средне-дисперсные* 0,1 – 10 мкм); пыль (*грубодисперсные, размеры частиц которых более 10 мкм*) [7]. Параметр Ангстрема (A) характеризует дисперсность аэрозольных частиц. Значения A близкие к нулю, означают преобладание крупных частиц. В случаях когда $A > 1$, велика доля высокодисперсных частиц (наличие дыма) [1]. Исходя из значений параметра A в диапазоне длин волн от 500 до 870 нм (табл. 1) видно, что значения АОТ имеют дымовое пирогенное происхождение.

На рисунке 1 представлен межгодовой ход максимальных значений АОТ (*III* класс) по данным солнечного фотометра и лесопожарной активности (данные «Авиалесоохрана» & MODIS) в Якутии за период 2004-2021 гг. Видно (рис. 1), что наблюдается хорошая корреляционная связь $R=0,7$ (АОТ & MODIS) и $R=0,5$ (АОТ & «Авиалесоохрана»). Коэффициенты корреляции *Пирсона* были вычислены с уровнем достоверности $P=99\%$ при критическом значении $\Gamma_{крит.}=0,42$.

Таблица 1. Основные характеристики CIMEL CE-318 (ст. Якутск) за период 2004-2021 гг., где значения АОТ определялись по длине волны 500 нм

Год	Версия / Уровень обработки измерений	Период наблюдения	N	N_1	N_2	N_3	Характеристики АОТ – III класс			Диапазон среднемесячных значений параметра Ангстрема (500-870 нм) за весь период наблюдения
							Мин.	Макс.	M_0	
2004	2.0 / 2.0	Май- Октябрь	69	1433	19	4	0,111	0,296	0,192	от 1,04 до 1,74
2005	2.0 / 2.0	Май-Ноябрь	109	2492	29	14	0,114	0,660	0,147	от 1,41 до 1,78
2006	2.0 / 2.0	Март- Апрель, Июнь- Ноябрь	98	2471	25	19	0,209	1,383	0,226	от 0,93 до 1,69
2007	2.0 / 2.0	Апрель- Сентябрь	106	3259	27	3	0,131	0,618	0,392	от 1,23 до 1,62
2008	2.0 / 2.0	Май-Ноябрь	104	2784	27	25	0,252	1,424	0,261	от 1,36 до 1,61
2009	2.0 / 2.0	Февраль- Сентябрь	164	4743	48	27	0,181	0,526	0,222	от 0,97 до 1,79
2010	2.0 / 2.0	Март- Октябрь	159	4552	44	13	0,131	0,462	0,209	от 1,12 до 1,74
2011	2.0 / 2.0	Апрель- Ноябрь	106	2336	27	23	0,205	2,473	0,263	от 1,38 до 1,92
2012	2.0 / 2.0	Февраль- Июль, Сентябрь	117	3009	32	23	0,232	3,698	0,278	от 1,16 до 1,87
2013	2.0 / 2.0	Март- Октябрь	134	3416	36	22	0,140	1,076	0,175	от 1,04 до 1,62
2014	2.0 / 2.0	Апрель- Октябрь	134	3170	36	17	0,223	2,582	0,345	от 1,25 до 1,77
2015	2.0 / 2.0	Май-Ноябрь	134	3426	35	27	0,131	1,969	0,147	от 1,41 до 1,74
2016	3.0 / 2.0	Март- Октябрь	170	4784	48	24	0,130	2,485	0,178	от 1,18 до 1,63
2017	3.0 / 2.0	Февраль- Сентябрь	172	4740	44	27	0,162	3,700	0,240	от 1,21 до 1,71
2018	3.0 / 2.0	Март- Октябрь	122	2858	31	11	0,151	0,917	0,287	от 1,24 до 1,89
2019	3.0 / 2.0	Март, Сентябрь- Ноябрь	30	377	-	-	-	-	-	-
2020	3.0 / 1.5	Апрель- Ноябрь	127	8945	32	28	0,440	2,496	0,617	от 1,38 до 1,76
2021	3.0 / 1.5	Март- Ноябрь	111	6002	28	24	0,641	4,391	0,922	от 1,2 до 1,82

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).

Значения коэффициентов детерминации указывают на зависимость максимальных значений АОТ (*III* класс) от дымового пирогенного аэрозоля в пределах 25% и 50%, соответственного по данным «Авиалесоохрана» и MODIS. Однако данная зависимость может быть выше [11].

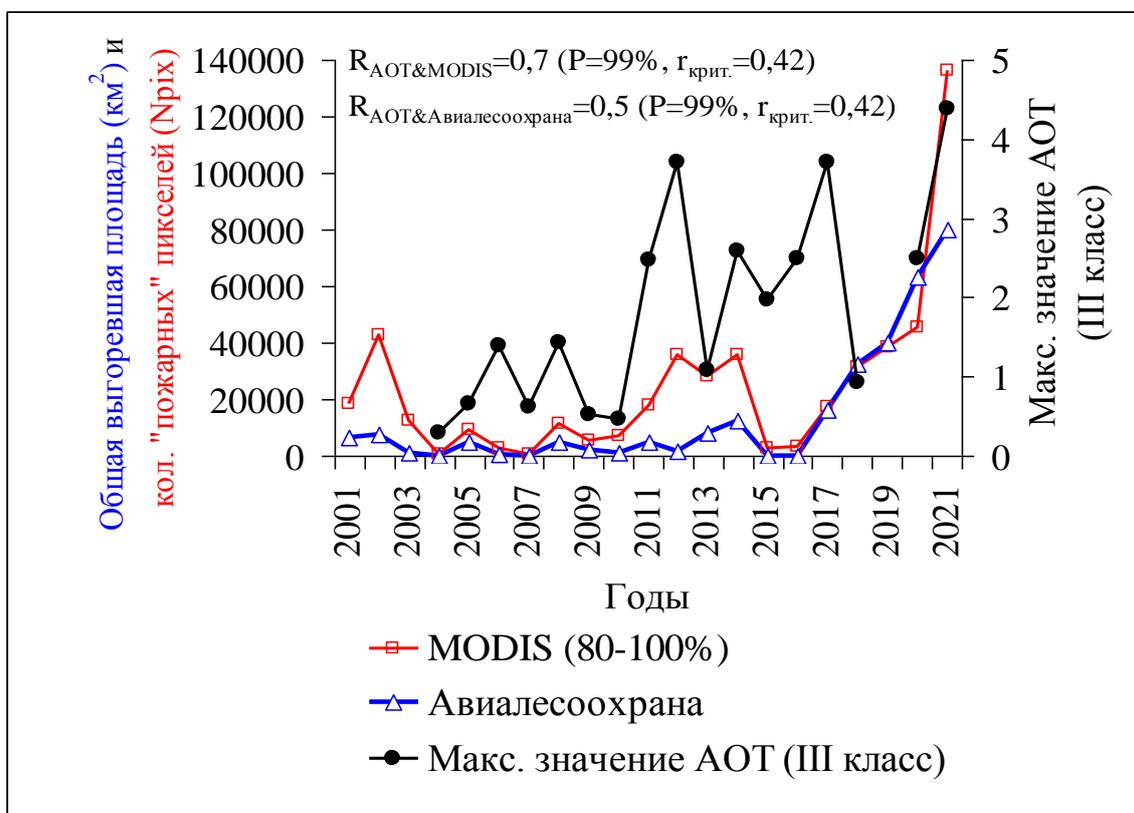


Рис. 1. Межгодовой ход максимальных значений АОТ (*III* класс), лесопожарной активности по данным ГБУ «Якутская база авиационной охраны лесов» и спектрорадиометра MODIS (уровень достоверности 80-100%) в Якутии за период 2004-2021 гг.

Выводы

С учетом одного солнечного фотометра сети AERONET в Центральной Якутии и лесных пожаров на обширной территории (общая площадь Якутии – 3103,2 тыс. км²), прослеживается связь между межгодовыми вариациями прозрачности (аэрозольной мутности) атмосферы (*III* класс – замутненная «грязная» атмосфера) и дымовым пирогенным аэрозолем.

Установлено, что за рассматриваемый период, ежегодно дни со значениями АОТ, относящимися к *III* классу прозрачности атмосферы, находились в пределах 25-30% общего числа дней измерения АОТ.

Литература

[1] Абдуллаев С.Ф., Махмудов А.Н., Маслов В.А., Назаров Б.И., Ходжахон М.И. Сезонные изменения влагосодержания и параметра Ангстрема в Душанбе по данным АЭРОНЕТ // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2015. Т. 58. № 1. С. 49-56.

- [2] Барановский Н.В., Барановская С.В., Исаков А.В. Методика оценки влияния лесных пожаров на здоровье населения // Пожарная безопасность. 2007. № 3. С. 71-74.
- [3] Васильев М.С., Николашкин С.В. Температурный эффект дымового аэрозоля в летний сезон над центральной частью Якутии за период 2004-2014 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 12. С. 1106-1111.
- [4] Васильев М.С., Николашкин С.В., Бороев 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.
- [5] Горчаков Г.И., Горчаков Г.И., Аникин П.П., Волох А.А., Емиленко А.С., Исаков А.А., Копейкин В.М., Пономарева Т.Я., Семутникова Е.Г., Свириденков М.А., Шукуров К.А. Исследование состава задымленной атмосферы Москвы во время пожаров торфяников летом-осенью 2002 г. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2004. Т. 40. № 3. С. 370-384.
- [6] 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.
- [7] Чекман И.С., Сыровая А.О., Андреев С.В., Макаров В.А. Аэрозоли – дисперсные системы // Монография. X: «Цифровая друкарня». 2013. № 1. 100 с.
- [8] Davies D.K., Navajhala S., Wong M.M., Justice C.O. Fire Information for Resource Management System: Archiving and distributing MODIS active fire data // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2009. V. 47. № 1. P. 72-79.
- [9] 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.
- [10] Smirnov A., Holben B.N., Eck T.F., Dubovik O., Slutsker I. Cloud-screening and quality control algorithms for the AERONET database // Remote Sens. Environ. 2000. V. 73. P. 337-349.
- [11] 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. The paper presents the result of an analysis of the relationship between annual variations in the aerosol turbidity of the atmosphere (class *III* – cloudy «dirty» atmosphere) and forest fires (data from the MODIS spectroradiometer and «Aviation protection of forests») in Yakutia for the period 2004-2021. It is shown that during the period under review, there is a good correlation between the maximum values of the aerosol optical depth (AOD – class *III*) and forest fires – $R=0.5$ (AOD & «Aviation protection of forests») and $R=0.7$ (AOD & MODIS). It has been established that every year the days with AOD values related to the *III* class of aerosol turbidity (transparency) of the atmosphere were within 25-30% of the total number of AOD measurement days.

КОСМОСТРУКТУРНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИПЯТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

В.Н. Губин, Т.В. Архипенко

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

COSMOSTRUCTURAL MAPPING OF THE PRIPYAT OIL AND GAS BASIN

V.N. Gubin, T.V. Arkhipenko

Byelorussian State University, Minsk, Belarus

Аннотация. В статье рассмотрены результаты использования методов дистанционного зондирования Земли из космоса при картировании в Припятском нефтегазоносном бассейне активных на неотектоническом этапе разломов и кольцевых структур, обнаруживающих связь с зонами нефтегазонакопления и залежами нефти. Проведена комплексная интерпретация космоструктурных и геолого-геофизических данных, позволившая установить нефтеперспективные структуры, что существенно повышает эффективность геологоразведочных работ при поисках месторождений нефти.

Ключевые слова: методы дистанционного зондирования, космические снимки, космоструктурное картирование, нефтеперспективные структуры, месторождения нефти

Введение

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса является современной технологией в комплексе геологоразведочных работ при поисках месторождений нефти в осадочных бассейнах древних платформ. В результате структурно-тектонической интерпретации космических снимков (КС) в совокупности с геолого-геофизическими данными осуществляется космоструктурное картирование с целью прогнозирования нефтеперспективных структур и залежей нефти [1, 2].

Объекты и методы исследования

Регион исследования – Припятский нефтегазоносный бассейн. Методы ДЗЗ приобретают особую актуальность при поисках нефти в Припятском нефтегазоносном бассейне (НГБ), расположенном в одноименном прогибе на западе Восточно-Европейской платформы. К настоящему времени здесь открыто 90 месторождений нефти, в том числе 2 нефтегазоконденсатных. Годовая добыча углеводородов (УВ) составляет порядка 1,7 млн. т. Космоструктурное картирование в пределах Припятского НГБ позволяет выявить нефтеперспективные участки для проведения дальнейших нефтепоисковых работ и тем самым способствует открытию новых промышленных месторождений нефти.

Результаты

На основе структурно-тектонического анализа данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизической информации достигается возможность выявления активных на неотектоническом этапе (от позднего олигоцена, около 30 млн. лет назад, до настоящего времени) разломов и кольцевых структур земной коры с целью прогноза зональных и локальных объектов нефтегазонакопления в

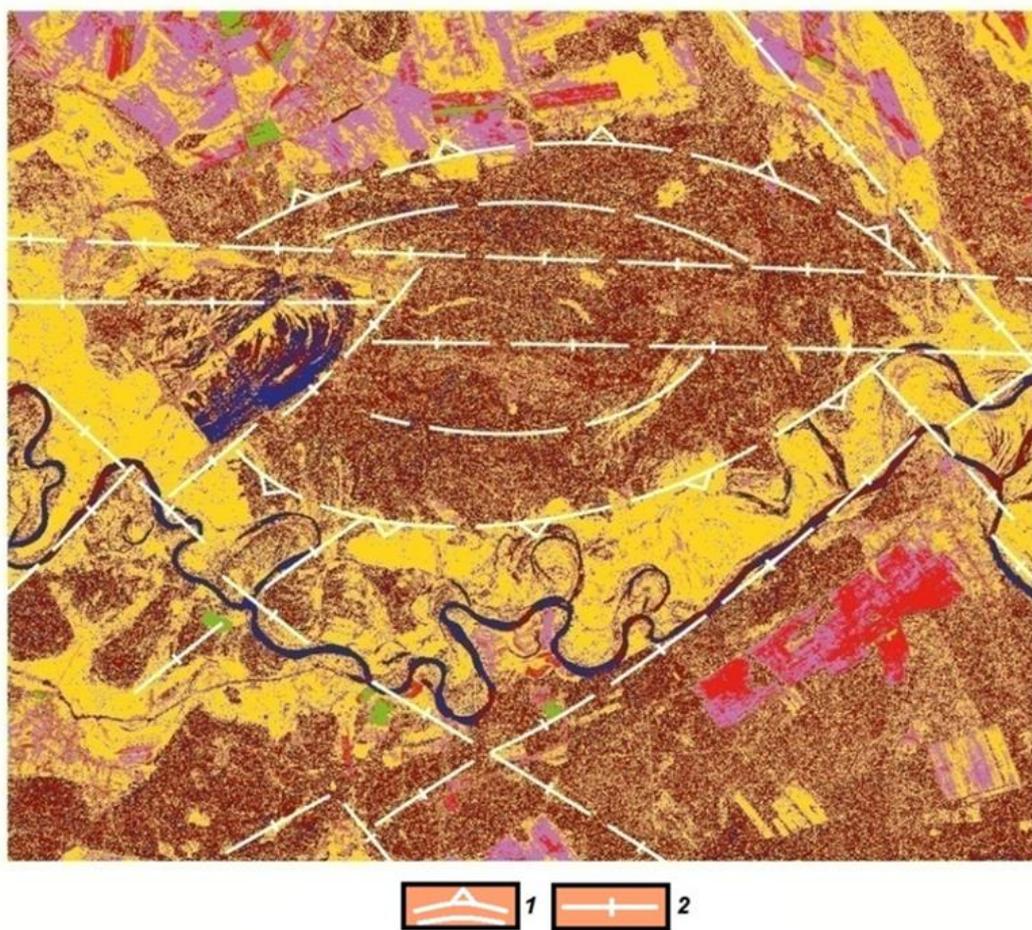
верхнедевонской толще осадочного чехла. Создание космоструктурных моделей 2D отдельных площадей НГБ позволяет выявить перспективные объекты для целенаправленной постановки сейсморазведочных и буровых работ на нефть.

Ведущими космоструктурными критериями нефтегазоносности Припятского НГБ, установленными в результате комплексной интерпретации космической и геолого-геофизической информации, являются: 1) отражение структурных форм нефтеносных комплексов платформенного чехла, зон разуплотнения кристаллического фундамента и проницаемых каналов миграции глубинных УВ в новейшем структурном плане и на КС в виде систем линеаментов и кольцевых структур; 2) выраженность линейных и кольцевых структур в сейсмических горизонтах нефтеносных комплексов; 3) увеличение теплового потока и градиента температур в линеаментных зонах и в пределах кольцевых структур; 4) приуроченность к зонам линеаментов и кольцевым структурам максимальных амплитуд неотектонических деформаций и высоких значений современных вертикальных движений земной коры, а также гляциотектонических дислокаций, образованных плейстоценовыми ледниковыми покровами.

В результате космоструктурного картирования Припятского НГБ установлены системы линеаментов регионального и суперрегионального рангов, являющиеся индикаторами проявлений на земной поверхности разломов мантийного заложения, которые контролируют распределение как известных зон нефтегазонакопления, так и перспективных на залежи УВ участки. В Северном структурном ареале Припятского НГБ на КС уверенно дешифрируется региональный линеамент субширотного простираения, отражающий новейшую активизацию Речицко-Вишанского глубинного разлома, с которым сопряжена одноименная зона нефтегазонакопления. Рассматриваемая зона включает Вишанское, Осташковичское, Речицкое и другие промышленные месторождения нефти [3-5]. К Северо-Припятскому мантийному разлому, выраженному на КС в виде суперрегионального линеамента, приурочена Судовицко-Березинская зона нефтегазонакопления, включающая Судовицкое, Прохоровское, Березинское, Восточно-Березинское, Отрубовское и Геологическое месторождения. Линеаменты регионального и суперрегионального рангов обнаруживают также связь с зонами потенциального нефтегазонакопления, в пределах которых в перспективе необходимо провести геологоразведочные работы на нефть.

В Припятском НГБ к неотектонически активным разломам и зонам нефтегазонакопления тяготеют локальные кольцевые структуры тектоногенной природы диаметром от 2-3 до 15 км. Дешифрируемые на КС кольцевые объекты обнаруживают связь с блоковыми, блоково-пликативными и пликративными структурными формами нефтеносных комплексов, определяющими тектонически и литологически экранированные залежи УВ. Рассматриваемые структуры осадочного чехла, активно развивавшиеся в позднем девоне – карбоне, проявились также на новейшем этапе эволюции Припятского НГБ и тем самым контролировали процессы формирования земной поверхности, оказав влияние на размещение, прежде всего, гидрографической сети. Кольцевые структуры нередко осложнены системами локальных линеаментов с высокой

плотностью их распределения по площади, что свидетельствует о повышенной трещиноватости отдельных участков нефтеносных структурных форм, особенно прилегающих к мантийным суперрегиональным и региональным разломам. Оперяющие глубинные разломы системы трещин способствовали формированию тектонически экранированных пластовых залежей нефти в осадочном чехле и создают благоприятные условия для вертикальной миграции УВ-флюидов из верхней мантии [2, 5]. В Северном структурном ареале Припятского НГБ при космоструктурном картировании Судовицко-Березинской зоны нефтегазонакопления, примыкающей к Северо-Припятскому и Глусско-Березинскому разломам мантийного заложения, выявлены локальные кольцевые структуры, контролируемые тектонически и литологически экранированные залежи УВ. На площади Геологического месторождения нефти оконтурена кольцевая структура, выраженная на земной поверхности в виде изометрично ориентированных мезо- и микроформ рельефа долины реки Березины, образующих на КС системы дугообразных линеаментов, как видно на рисунке 1.



1 – дугообразные линеаменты кольцевой структуры, 2 – линеаменты, отражающие разрывные дислокации и зоны трещиноватости осадочного чехла

Рис. 1. Кольцевая структура, расположенная на площади Геологического месторождения нефти.

По данным сейсмического зондирования и бурения скважин плановое расположение локальной кольцевой структуры согласуется с Центральным блоком Геологического месторождения нефти, динамически выраженным в

сейсмогоризонтах по кровле и подошве межсолевого комплекса (2D и 2Dп) верхнедевонских отложений. Кольцевая структура отчетливо прослеживается по поверхности верхнесоленосной глинисто-галитовой толщи верхнего девона (сейсмогоризонт I), имеющей пликативный характер. В пределах Центрального блока промышленная нефтеносность межсолевого комплекса доказана по материалам разведочного бурения. Тектонически экранированная нефтяная залежь выявлена в петриковском горизонте межсолевого комплекса верхнедевонских отложений.

Выводы

Данные ДЗЗ совместно с геолого-геофизической информацией повышают эффективность нефтепоисковых работ в Припятском НГБ, где большое внимание уделяется прогнозированию зональных и локальных объектов нефтегазонакопления и выявлению новых промышленных месторождений нефти. Ведущими космоструктурными критериями выделения нефтеперспективных структур и залежей УВ являются дешифрируемые на КС линеаменты и кольцевые структуры. Они обнаруживают связь с зонами нефтегазонакопления, структурными формами нефтеносных комплексов осадочного чехла и потенциальными нефтегазоносными объектами. При прогнозе нефтегазоносности Припятского НГБ на основе космоструктурных критериев следует учитывать новейшую активизацию разломов и кольцевых структур, определяющую повышенную проницаемость земной коры для вертикальной миграции мантийных УВ-флюидов и формирования залежей нефти. В современной технологии поисков нефти на основе ДЗЗ необходимо уделить внимание созданию электронной базы геоданных, включающей комплекс космоструктурных критериев нефтегазоносности и методику прогноза нефтеперспективных участков с использованием программной обработки КС и геолого-геофизических материалов.

Литература

- [1] *Гридин В.И., Дмитриевский А.Н.* Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий. – М.: Наука, 1994. – 288 с.
- [2] *Губин В.Н.* Прогнозирование геофлюидодинамических структур в Припятском нефтегазоносном бассейне с помощью методов дистанционного зондирования // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 3(22). 9 с. – Режим доступа: <http://oilgasjournal.rug>
- [3] *Конищев В.С.* Критерии и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Беларуси. – Минск: Экономпресс, 2012. – 163 с.
- [4] Палеогеодинамические реконструкции платформенных бассейнов: методические аспекты / Р.Е. Айзберг, В.Н. Губин, Н.В. Климович, Т.А. Старчик. – Минск: БелНИГРИ, 1991. – 182 с.
- [5] Разломы земной коры Беларуси / Под ред. Р.Е. Айзберга. – Минск: Красико-Принт, 2007. – 372 с.

S u m m a r y. The article considers the results of using methods of remote sensing of the Earth from space when mapping faults and ring structures active at the neotectonic stage in the Pripyat oil and gas basin, which reveal a connection with oil and gas accumulation zones and oil deposits.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР НИЗОВЬЯ РЕКИ ИНДИГИРКА (УСТАНОВЛЕННОЕ НА ОСНОВЕ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА)

С.Н. Левина¹, П.В. Давыдова¹, Р.М. Городничев¹, Л.А. Пестрякова¹
¹ СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, levina_sardan@mail.ru

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE LAKES OF THE LOWER OF THE INDIGIRKA RIVER (ESTABLISHED ON THE BASIS OF DIATOM ANALYSIS)

S.N. Levina¹, P.V. Davydova¹, R.M. Gorodnichev¹, L.A. Pestryakova¹
¹ North-Eastern Federal University, Yakutsk

Аннотация. Район исследования представляет собой регион с большим количеством озер, которые достаточно сильно реагируют на внешние изменения окружающей среды и являются крупным резервуаром запасов пресной воды, но до сих пор является слабоизученным. В работе проведено исследование таксономического состава диатомовой флоры озер низовья реки Индигирка и определено качество воды исследуемых озер с использованием расчетов индексов сапробности по методу Пантле-Букка-Сладечека. Материалом исследования послужили образцы поверхностных осадков озер различного происхождения. Авторами впервые выполнен сбор и составление единой базы данных диатомовых комплексов водоемов бассейна реки Индигирка и осуществлена оценка уровня загрязненности экосистем водоемов реки с применением диатомового анализа.

Ключевые слова: озеро, диатомовые водоросли, сапробность, Индигирка, Якутия, Арктика.

Введение

Диатомовые водоросли часто применяются в качестве индикаторов в биогеографических исследованиях водных объектов ввиду того, что эта группа водорослей отличается наличием у клеток своеобразного «панциря», состоящего из диоксида кремния [2]. Диатомеи в водных экосистемах круглый год доминируют над другими микроскопическими водорослями. Они обильны как в планктоне, так и в перифитоне и бентосе. Водоросли водоемов бассейна реки Индигирка слабо изучены. По результатам исследования фитопланктона реки Индигирка был приведен таксономический состав диатомей: наиболее богатые по числу видов семейства: Naviculaceae (10,3%), Fragilariaceae (6,5%), Cymbellaceae (5,7%), Eunotiaceae и Nitzschiaceae (по 3,4%), относящиеся к классу Bacillariophyceae. Анализ родового спектра водорослей планктона р. Индигирки указывает на неравномерность распределения видов по всему руслу [3, 4].

Результаты данного исследования могут быть использованы как данные о современном состоянии природных водоемов для целей фоновый мониторинга окружающей среды, а также для информационного обеспечения заинтересованных субъектов при реализации хозяйственных и водохозяйственных мероприятий на территории бассейна р. Индигирка.

Целью работы является оценка современного состояния озер бассейна реки Индигирка с применением видов-индикаторов диатомовых водорослей.

Регион исследований, объекты и методы

Районом исследования был выбран один из озерных регионов Республики Саха (Якутия) – бассейн реки Индигирка. Выбранный район является слабоизученным, расположен за полярным кругом.

Материалом исследования являются диатомовые комплексы поверхностных осадков 42 разнотипных озер. Фактический материал исследования был собран во время полевых экспедиционных работ в период 2006–2019 гг. с использованием стандартных методов отбора проб и обработки материала, описанных в работах авторов [5-7]. Диатомовый анализ верхнего неконсолидированного слоя (0–1 см) озерных осадков был выполнен по общепринятой количественной методике [10].

Для оценки современного состояния применен метод Пантле-Букка в модификации Сладечека [14, 15] принадлежность диатомей-индикаторов к той или иной зоне сапробности определялась по спискам сапробных организмов [1, 9, 11-13]. Перечисленные характеристики зон сапробности также включены в ГОСТ [8], в экспертную систему определения класса качества вод.

Обсуждение результатов

По результатам исследования в поверхностных осадках исследованных водоемов обнаружено 257 видов (в т.ч. 4 разновидности) диатомей, относящихся к 75 родам, 30 семействам и 3 классам Bacillariophyta. Из них самый многочисленный класс Bacillariophyceae включает 12 порядков, 27 семейств, 67 родов, 239 видов (93% от общего числа видов). Наиболее распространенным семейством в исследованных озерах были Cymbellaceae (8 родов), Naviculaceae (7), Achnanthesiaceae и Stephanodiscaceae (по 6). Из класса Coscinodiscophyceae следует выделить лишь род *Aulacoseira*, включающий 0,3 % от общего видового разнообразия флоры. Ведущими родами диатомей являются *Eunotia*, *Pinnularia* (по 15 видов), *Gomphonema* и *Navicula* (по 12 видов) и *Nitzschia* (11 видов). Доля одно- и двувидовых родов равна 61,3 %. Впервые для флоры Якутии обнаружено 11 новых видов диатомей: *Achnanthes coarctata* (Brébisson ex W. Smith) Grunow, *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) J.B. Petersen, *Geissleria similis* (Hustedt) J.Y. Li & Y.Z. Qi, *Hippodonta costulata* (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski, *Pinnularia semicrucata* (Schmidt) A. Cleve, *Planothidium joursacense* (Héribaud Joseph) Lange-Bertalot, *P. peragalloi* (Brun & Hérib.) Round & Bukht., *Sellaphora medioconvexa* Hustedt, *Stauroneis prominula* (Grunow ex Cleve) Hustedt, *Staurosira dubia* (Grunow) Edlund, *Staurosirella pinnata* var. *trigona* (Brun & Héribaud-Joseph) Aboal & P.C. Silva. Из общего числа видов 12 % относились к «редким» таксонам для флоры Якутии.

В изученных озерах насчитывается 32 доминантных вида (12% от общего числа видов), 41 – субдоминант (16%). Из них самыми активными и постоянными оказались виды: *Staurosira venter* (встречается как доминант в 50 % озер), *Staurosirella pinnata* (в 29%) и *Tabellaria flocculosa* (в 25%). Все три вида – типичные массовые виды водоемов Якутии. Из них *Tabellaria flocculosa*

характерен для торфяных болот и моховых подушек Севера и гор. В нашем наборе он доминировал в озерах субарктической тундры.

С целью определения качества воды исследуемых озер произведены расчеты индексов сапробности, для этого было использовано 140 видов диатомей-индикаторов сапробности, что составляет более половины списка видов и разновидностей. Из них 45% характеризуют бета-мезосапробную зону, 31,4% – олигосапробную, 20% – ксеносапробную. Наряду с ними 7,8% диатомей характерны для альфа-мезосапробных водоемов. Расчетные индексы сапробности по диатомеям для изученных озер колеблются от 0,73 до 1,73 (рис. 1).



Рис. 1. Распределение групп сапробности.

Озера субарктических территорий и северной тайги по уровню загрязненности оказались «чистыми». Для озер лесотундры класс качества вод относится к третьему, а водоемы оказались умеренно загрязненными (рис. 2).

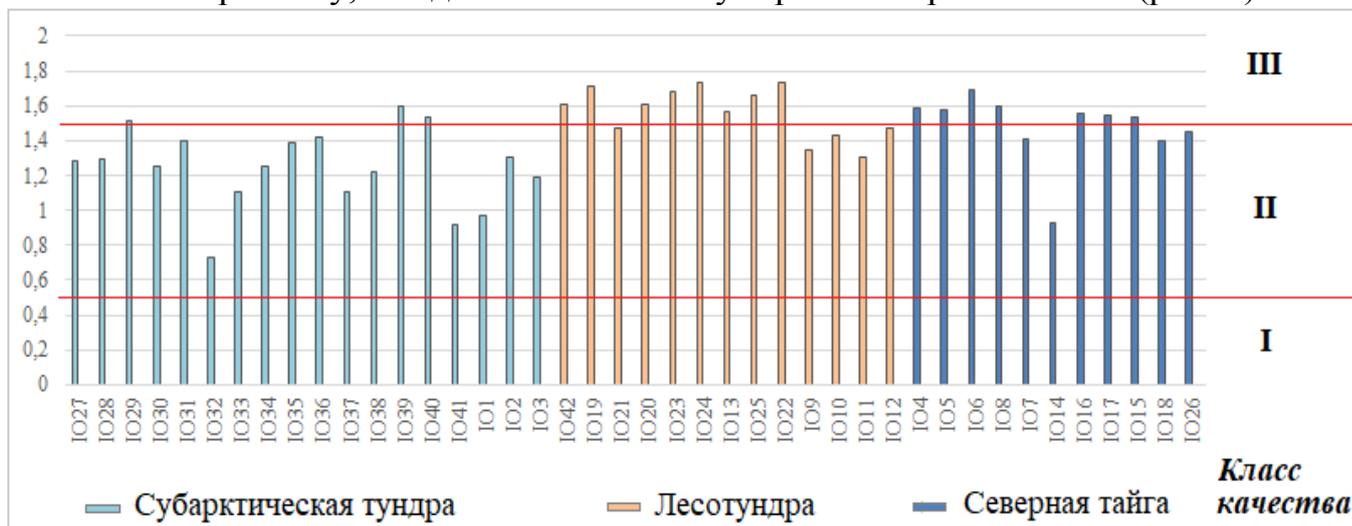


Рис. 2. Оценка сапробности изученных водоемов и их класс качества.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ №FSRG-2020-0019, проекта РФФИ-регион 18-45-140053 р_а.

Выводы

Таким образом, в работе приведено описание таксономического состава диатомовой флоры, для определения качества воды водоемов проведен сапробиологический анализ поверхностных вод, который занимает одно из главных мест среди биологических методов анализа поверхностных вод. Так как диатомовые водоросли встречаются практически везде, где есть вода, и всегда преобладают по биомассе, они являются хорошими видами-индикаторами.

По результатам исследований можно привести следующие выводы:

– диатомовая флора изученных озер, представляющих собой важную группу индикаторов состояния окружающей среды, включает 257 видов (в т.ч. 4 разновидности) из 75 родов, 30 семейств, 15 порядков и 3 классов, что составляет 18% всей флоры диатомовых водорослей Якутии, в т.ч. впервые обнаружены 11 видов – новые для флоры региона;

– по степени органической нагрузки воды озера субарктических территорий и северной тайги относятся к категории чистых, а мелководные озера лесотундры, в основном, отнесены к водоемам с умеренно загрязненными водами.

Литература

- [1] *Барина С.С., Медведева Л.А.* Атлас водорослей-индикаторов сапробности российского Дальнего Востока. Владивосток, Дальнаука, 1996. 364 с.
- [2] *Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л.* Водоросли и грибы. Ботаника: в 4 тт. М., Издательский центр «Академия», 2006. 320 с.
- [3] *Габышев В.А., Габышева О.И.* Особенности развития фитопланктона и физико-химических свойств воды р. Индигирка. Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН, 2011. 3: 42–50.
- [4] *Габышев В.А., Габышева О.И.* Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири. Под ред. Л.Г. Корневой. Новосибирск, Изд. АНС «СибАК», 2018. 414 с.
- [5] *Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ядрихинский И.В.* Взаимосвязи диатомовых водорослей с морфометрическими, гидрохимическими характеристиками и параметрами местоположения озер Севера Якутии // Вестник СВФУ. 2015. № 6 (50). С. 14-26.
- [6] *Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А.* Разнообразие диатомовых водорослей водоемов северной части Якутии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3.

- [7] *Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А.* Сходство таксономического состава диатомовых водорослей озер Севера Якутии // *Современные проблемы науки и образования.* 2015. № 3.
- [8] ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Введ. 1984-01-01. М., Изд-во стандартов, 10 с.
- [9] *Макрушин А.В.* Биологический анализ качества вод. Л., Зоологический институт РАН, 1974. 63 с.
- [10] Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения озер. 1986. Серия: История озер СССР. Отв. редактор Д.Д. Квасов. Л., Наука, 256 с.
- [11] Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Приложение 1: Индикаторы сапробности. 1977. М., Изд-во СЭВ, 92 с.
- [12] Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. 1976. М., Изд-во СЭВ, 185 с.
- [13] *Denus L.* 1991. A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. Belgium, Ministerie van Economische Zaken, 93 p.
- [14] *Sládeček V.* 1973. System of water quality from the biological point of view. Stuttgart, Schweizerbart, 218 p.
- [15] *Sládeček V.* 1986. Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 14 (5): 555–566. DOI: 10.1002/ahch.19860140519.

S u m m a r y. The study area is a region with a large number of lakes that react strongly enough to external environmental changes and area large reservoir of fresh water reserves, but is still poorly studied. The study of the taxonomic composition of the diatom flora of the lakes of the lower reaches of the Indigirka River was carried out and the water quality of the studied lakes was determined using calculations of saprobity indices using the Pantle-Buck-Sladecek method. The research material was samples of surface sediments of lakes of various origins. For the first time, the authors collected and compiled a unified database of diatom complexes of reservoirs of the Indigirka River basin and assessed the level of pollution of ecosystems of river reservoirs using diatom analysis

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЗИМНЕГО НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ ПОСЕЛКА ЧЕГДОМЫН

А.В. Пронина, М.Ф. Бисеров

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, anastasiya.2802@mail.ru

ZOOGEOGRAPHICAL REVIEW OF THE WINTER POPULATION OF BIRDS IN THE MIXED FORESTS OF CHEGDOMYN

A.V. Pronina, M.F. Biserov

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. В данной работе представлены результаты наблюдения зимнего населения птиц смешанных лесов в окрестностях поселка Чегдомын. Осмотрен один биотоп среднего пояса гор Буреинского нагорья (смешанные вторичные леса антропогенного происхождения нижней части бореально-лесного пояса) в середине зимнего периода. За время наблюдений зарегистрировано 9 видов птиц, 66,7% относятся к группе широко распространенных видов. 22,2 % – сибирский тип фауны, а 11,1% – европейско-сибирский.

Ключевые слова: маршрутные учеты птиц, авифауна, смешанные леса, Буреинское нагорье.

Введение

Авиафауна Хабаровского края на данный момент изучена недостаточно полно, особенно это касается горных территорий, вследствие их труднодоступности. Тем не менее, сведения о птицах заповедных территорий, зоны влияния Буреинского водохранилища, окрестностей городов и поселков достаточно обширны. В данной работе представлены результаты наблюдения зимнего населения птиц смешанных лесов в окрестностях поселка Чегдомын.

Регион исследований, объекты и методы

Поселок Чегдомын находится в бассейне реки Буряя, к востоку от хребта Турана и к западу от Буреинского хребта. В рельефе преобладают сопки – невысокие округлые возвышенности с абсолютными высотами до 500 м. Маршруты проложены на высотах 380-470 м н. у. м. Учеты проводились в лесных массивах к северу, востоку и югу от поселка, на водоразделе рек Чегдомын и Чемчуко и в их долинах.

Зимние условия района исследования определяются как крайне суровые. Во время проведения учетов утренние температуры находились в пределах -37-21°C, к полудню поднимались до -23-19°C. Практически во все дни учетов был штиль и ясное небо или незначительная облачность (1-3 балла).

Для исследуемой территории характерно преобладание смешанных лесов лиственницы и березы, иногда появляется тополь. В подлеске преобладает береза, изредка встречается ель. Таким образом был выделен и осмотрен один биотоп среднего пояса гор Буреинского нагорья (смешанные вторичные леса антропогенного происхождения нижней части бореально-лесного пояса).

Маршрутные учеты проводились в первой половине дня по методике Ю.С. Равкина [4] в конце января – начале февраля. Общая протяженность маршрутов составила 40,1 км по смешанным лесам. Из них 13,5 км по смешанному лесу с элементами пойменного леса (береза, тальник, ольха) в районе реки Чемчуко.

Также на этом маршруте были обнаружены горельники на месте коренных лесов, на данный момент там преобладает березовый подрост.

Результаты и обсуждение

За время наблюдений зарегистрировано 9 видов птиц. В таблице 1 представлен видовой состав и плотность зимнего населения птиц в середине зимнего периода 2022 г. в смешанных лесах п. Чегдомын (380-470 м н. у. м.) – биотоп среднего пояса гор Буреинского нагорья и в конце зимнего периода 2008 г. в лиственных лесах среднего пояса гор Буреинского хребта (500-650 м н.у.м.). Все виды относятся к представителям лесных местообитаний. По своему происхождению большинство (66,7%) видов относятся к группе широко распространенных видов. 22,2 % – сибирский тип фауны, а 11.1% – европейско-сибирский [5]. В основном (за исключением сороки, которая редка) почти все – обычные виды.

Таблица 1. Видовой состав и плотность зимнего населения птиц

Встреченные виды	Плотность населения в феврале 2008 г.* (ос/км ²)	Плотность населения в конце февраля - начале января 2022 г. (ос/км ²)	Доля участия в общем населении (%)
Пухляк	4,8	49,8	64
Ворон	-	6,8	8,7
Поползень	1,8	6	7,7
Московка	-	4	5,1
Ополовник	-	3,7	4,6
Свиристель	-	3,3	4,2
Белоспинный дятел	-	2,4	3
Щур	0,2	1,3	1,7
Сорока	-	0,5	0,6
Всего:	-	77,8	100

*представленный здесь список видов не является полным, выбраны только необходимые для сравнения с данными 2022 г., поэтому доли участия в общем населении за 2008 г. не включены в таблицу [1].

Согласно классификации обилия птиц Кузякина А.П. [3] многочисленным видом (10-99 ос/км²) является пухляк *Parus montanus*, его доля в общем населении 64%. К обычным видам (1-9 ос/км²) относятся все остальные представители, за исключением сороки *Pica pica*, этот вид является редким (0,1-0,9 ос/км²) для исследуемой территории, ее доля участия в общем населении составляет лишь 0,6% (рис. 1). Стоит отметить, что численность

сороки *Pica pica* с каждым годом все больше увеличивается, хотя раньше, в XX веке, в Чегдомыне была крайне редка, и зимой, и, тем более, летом.

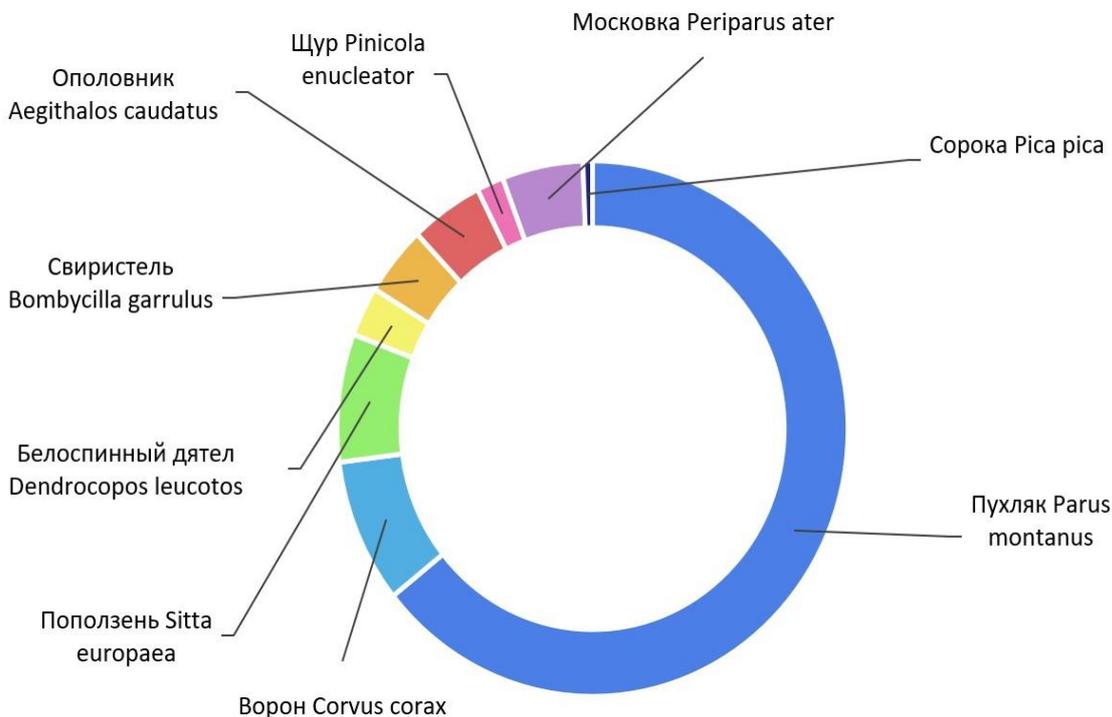


Рис. 1. Доля участия встреченных видов в общем населении птиц.

В феврале с понижением абсолютной высоты плотность населения птиц в лесных местообитаниях увеличивается [1]. При сравнении данных 2008 года на высотах 500-650 м н. у. м. и данных 2022 года для высот 380-470 м н. у. м. в пределах лесов среднего пояса гор Буреинского хребта заметно увеличение плотности пухляка *Parus montanus* (4,8 и 49,8), поползня *Sitta europaea* (1,8 и 6) и щура *Pinicola enucleator* (0,2 и 1,3).

Отмечено, что на горельниках и в редколесьях (лиственница и подрост березы, марь) птицы встречались в разы реже, это были единичные случаи на достаточно продолжительных участках маршрута. Меньшая плотность на открытых участках, чем в лесных массивах, обусловлена тем, что в зимний период птицы перемещаются в леса – смешанные, как в данном случае или еловые, что обусловлено более выгодными микроклиматическими и кормовыми условиями данного типа местообитаний по сравнению с другими.

В зимний период многие птицы образуют смешанные скопления и ведут стайный образ жизни [1]. Во время наблюдений было отмечено, что пухляки *Parus montanus* держатся стайками по 3-5 особей. Все щуры *Pinicola enucleator* и московки *Periparus ater* обнаружены исключительно на территориях со скоплениями лиственниц. Свиристели *Bombycilla garrulus* образовывали стайки из 1-3 особей, а белоспинный дятел *Dendrocopos leucotos* держался обособленно от других птиц. Более крупные стаи или группы из нескольких видов птиц не были отмечены.

Рассматривая авифауну Буреинского нагорья в ряду гор Евразии, расположенных в широтном направлении, заметно сокращение видового разнообразия по направлению на восток от Алтая. При движении от центра материка к побережью Тихого океана более суровый климат Восточной Сибири и Дальнего Востока вызывает сокращение числа высотных поясов. На Алтае их не менее шести, а в горах Витимского плоскогорья, Алданского нагорья и в Буреинских горах их насчитывается всего три (альпийский, субальпийский и таёжный). В этом же направлении сокращается количество древесных пород. На Алтае хвойные породы представлены лиственницей, елью, пихтой и сосной, а на большей части Буреинского нагорья господствует только лиственница [2]. Как следствие – более скудная кормовая база лесов не способствует увеличению видового разнообразия авиофауны, особенно в зимний период, а также увеличению плотности населения.

Выводы

В ходе наблюдения за птицами в биотопе среднего пояса гор Буреинского нагорья в смешанных вторичных лесах антропогенного происхождения нижней части бореально-лесного пояса в окрестностях поселка Чегдомын было зарегистрировано 9 видов птиц, 66,7% относятся к группе широко распространенных видов, 22,2% – сибирский тип фауны, а 11,1% – европейско-сибирский. Описаны закономерности увеличения плотности зимней авиофауны с уменьшением абсолютной высоты и сокращения разнообразия при движении от центра материка на восток, вследствие все более холодных климатических условий.

Литература

- [1] *Бисеров М.Ф.* Зимняя фауна и население птиц лиственничных лесов среднегорий Буреинского хребта. Русский орнитологический журнал 2019, Том 28, Экспресс-выпуск 1768: 2157-2163.
- [2] *Бисеров М.Ф.* Орнитогеографические особенности положения Буреинского нагорья в ряду сопредельных горных систем. Русский орнитологический журнал 2018, Том 27, Экспресс-выпуск 1591: 1575-1590.
- [3] *Кузьякин А.П.* Зоогеография СССР. Уч. Записки Моск. обл. пед. ин-та. 1962 т. 109.
- [4] *Равкин Ю.С.* К методике учётов птиц в лесных ландшафтах. Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967.
- [5] *Штегман Б.К.* Основы орнитогеографического деления Палеарктики. Фауна СССР. Птицы. М.-Л.: 1938. Т.1. Вып. 2. с. 1-74.

S u m m a r y. This article presents the results of observations of the winter population of birds in mixed forests in the vicinity of Chegdomyn. One biotope of the middle mountain belt of the Bureya Highlands (mixed secondary forests of anthropogenic origin in the lower part of the boreal-forest belt) was examined in the middle of winter. During the observation period, 9 species of birds were registered, 66,7% belong to the group of widespread species. 22,2% are the Siberian type of fauna, and 11,1% are the European-Siberian.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРЫМА: ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Ф. Толкачева¹

¹ *Институт водных проблем Российской академии наук, Москва,
vasilisa.tolkachevag@gmail.com*

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGICAL FRAMEWORK AND DIGITAL TECHNOLOGIES FOR DECISION-MAKING SUPPORT TO ENSURE THE WATER SECURITY OF THE CRIMEA: INTERIM RESULTS OF EXPLORATORY RESEARCH

V.F. Tolkacheva¹

¹ *Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

Аннотация. Описаны результаты первого этапа исследований, направленных на создание методической базы и прототипов информационных технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма, построенных на основе современных достижений в области мониторинга, анализа и моделирования гидрологических систем.

Наиболее вододефицитным регионом Российской Федерации сейчас считается Крым, где объем возобновляемых водных ресурсов на душу населения по разным оценкам составляет от 400 до 700 м³/год, по классификации ФАО ООН Крым относится к регионам мира с резко выраженным («абсолютным») дефицитом водных ресурсов. После 2014 года, когда прекратилась подачи воды по Северо-Крымскому каналу, обеспечивающий до 85% потребляемой в регионе воды, ситуация с водообеспеченностью населения и объектов экономики полуострова значительно ухудшилась.

Ключевые слова: вододефицит, гидрология Крыма, водные ресурсы, водная безопасность Крыма, водообеспеченность.

Введение

Дефицит водных ресурсов Крыма обуславливается природными условиями. Но усугубляется неэффективностью использования этих ресурсов, такими как: неоптимальным режимом функционирования имеющихся водноресурсных систем, огромными безвозвратными потерями воды в сельском и жилищно-коммунальном хозяйствах на фоне отсутствия надежных оценок объемов потребления воды различными отраслями экономики и типами производств, переэксплуатацией месторождений подземных вод, приводящей, в сочетании с отсутствием данных о режиме их восполнения, к повышению минерализации воды в эксплуатируемых скважинах, недостаточным повторным использованием сбросных вод и т.д. Ситуация будет только ухудшаться с ростом антропогенной нагрузки на воды региона вследствие инвестиционной привлекательности Крыма, а также в условиях прогнозируемого изменения регионального климата, которое может привести к дальнейшему обострению проблем водообеспечения.

Проект фундаментальных исследований «Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма», выполняемый институтом водных проблем Российской

академии наук, призван показать пути решения задач по преодолению вододефицита региона. Сроки реализации данного проекта 2021-2023 года.

Цели проекта заключаются в разработке информационной базы актуализированных данных о состоянии и использовании водных ресурсов Крыма, а также в разработке методической базы цифровых информационных технологий поддержки принятия решений в задачах водообеспечения населения и экономики Крыма с использованием моделей формирования и прогнозирования состояния водных ресурсов при возможных сценариях изменения климата и социально-экономического развития региона.

Задачи же проекта настолько обширны, что разделены на 5 групп:

1. Ресурсно-инвентаризационные задачи, направленные на актуализацию оценок ресурсов поверхностных и пресных подземных вод Крыма, характера водопотребления, использования водных ресурсов для целей сельскохозяйственного водоснабжения в Крыму.

2. Задачи стационарных и экспедиционных исследований, направленные на организацию и проведение комплекса полевых экспедиционных исследований, организацию экспериментальных водосборов для сбора информации о региональных особенностях гидрологического цикла суши в исследуемых речных бассейнах.

3. Задачи математического моделирования, направленные на разработку математических моделей природных систем Крыма, включая региональные гидрологические модели и модели взаимодействия поверхностных и подземных вод для репрезентативных речных бассейнов, отражающих природные особенности формирования водных ресурсов в разных частях полуострова, модели формирования ресурсов почвенных вод для территории степного Крыма.

4. Задачи оценки влияния изменений климата и социально-экономического развития на водные ресурсы региона, направленные на разработку методик и сценарных расчетов изменений ресурсов поверхностных, почвенных и пресных подземных вод в разных частях полуострова при прогнозируемых изменениях регионального климата в 21 веке, изменениях водопотребления при различных сценариях социально-экономического развития региона.

5. Задачи проектирования и разработки прототипа информационной технологии «Водная безопасность Крыма», включающие проектирование и разработку геоинформационных систем (интерактивных электронных атласов и баз данных), обобщающих и визуализирующих результаты выполнения задач 1-4.

Методы и объекты исследований

Методическая база информационной поддержки исследований состояния и использования водных ресурсов Крыма, соответствующая мировому уровню достижений в этой области, на данный момент недостаточна. Отсутствуют актуальные оценки не только возобновляемых водных ресурсов,

формирующихся в пределах Крымского полуострова, но и состояния всей водохозяйственной системы. Действующая система гидрометеорологических наблюдений не соответствует современным задачам оперативного управления водными ресурсами полуострова. Все описанное, как и множество методических пробелов в организации водного хозяйства исследуемого региона, создают значительные трудности в реализации принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма.

Инструментарий принятия эффективных решений в водоохранной области должны опираться на надежные оценки водноресурсного потенциала региона в целом и его отдельных районов; на прогнозы изменений водного режима рек и запасов подземных вод для задач оперативного управления водноресурсными системами; на оценки возможных изменений водных ресурсов при различных сценариях водохозяйственной деятельности и будущего климата.

Для задач стратегического планирования таких оценок и прогнозов служат системы поддержки принятия решений, включающие:

- технологии сбора, обработки и анализа данных мониторинга водных объектов и водохозяйственных систем;
- вычислительные комплексы, объединяющие численные модели процессов формирования поверхностных и подземных вод, мезомасштабные метеорологические модели и модели климата, средства машинного обучения, модели функционирования водохозяйственных систем;
- геоинформационные средства обработки и представления информации.

Для апробации предложенных подходов и методик было выбрано несколько ключевых экспериментальных бассейнов: в верховьях рек Бельбек (р.Кучук-Узенбаш), Бюк-Карасу (верховья р.Тонас) и Салгир (р.Краснопещерная), принятые как условно репрезентативные водные бассейны для всего исследуемого региона.

Для систематической работы на экспериментальных бассейнах предложено использовать следующее оборудование: тройные дайверы НОВО, расходомер ОТТ, метеостанции DAVIS Vantage Pro2, гидрохимический зонд HANNA, pH метр Metler Toledo, испаромеры ГГИ 3000, балансомер, ГР 21М, приемник GNNS, кондуктометры WTW, автоматические пробоотборники.

Обсуждение результатов

В ходе активного проведения полевых и камеральных работ обеспечено развертывание и начало систематической работы наблюдательной гидрологической и метеорологической сети на основных экспериментальных водосборах. Организованы работы по учащенному измерению расходов и отбору проб воды на химический анализ с охватом всех фаз водного режима водотоков – от глубокой межени до летних дождевых и зимних снегодождевых паводков. Обеспечены выбор и выполнение периодических гидролого-гидрохимических съемок на сети экспериментальных бассейнов, также

включающих измерения расходов воды и отбор проб воды на химический анализ.

За время работы над проектом в 2021 году были проведены следующие работы на экспериментальных бассейнах:

- рекогносцировочные обследования речных бассейнов на территории республики Крым (Бахчисарайского, Симферопольского и Белогорского районов, городских округов Ялта и Судак) и г. Севастополь;

- выбор, обследование и оборудование наблюдательной сетью трех основных экспериментальных бассейнов – в верховьях рр. Бельбек (р. Кучук-Узенбаш), Биюк-Карасу (верховья р. Тонас) и Салгир (р. Краснопещерная);

- обеспечены систематические работы на основных экспериментальных бассейнах;

- выбор, обследование и обеспечение периодических работ на 6 «съёмочных» экспериментальных бассейнах;

- проведены обследование и съёмка карстового рельефа с БПЛА в верховьях основных экспериментальных бассейнов рек на яйлах – Ай-Петринской, Караби и Долгоруковской;

- обследованы родники различного типа и склоновых потоков (дрен), намечены экспериментальные объекты для систематических исследований (прослежена «подземная река» Ханлы-Дере);

- обследованы бассейны в период и по следам выдающегося паводка июня 2021 года с измерениями пиковых расходов, отбором проб воды, фото и видеосъёмкой с использованием БПЛА.

Для актуальной оценки возобновляемых водных ресурсов полуострова было установлено 4 метеостанции и 5 гидропостов, обследованы более 10 бассейнов малых рек горной части Крыма, проводились регулярные гидрологические и гидрохимические съёмки во все сезоны года, измерено более 50 расходов воды и отобрано 210 проб, выполнена крупномасштабная съёмка с БПЛА рельефа участка Ялтинской яйлы в верховьях р. Кучук-Узенбаш, проводятся крупномасштабные специальные работы на дрене Птичий в бассейне р. Тонас.

Для ликвидации методических пробелов в организации водного хозяйства исследуемого региона выстроены тесные связи с рядом организаций: госкомводхоз Крыма, Ялтинский водоканал, Ялтинский заповедник, КрымУГМС, Куйбышевское и Белогорское лесничества, Белогорский отряд Крымспас, ГАУ «ООПТ Крыма», Институт сельского хозяйства Крыма, Институт спелеологии и карстоведения КФУ, Гидрофизин.

Темпы и тенденции работы по данному проекту не планируется снижать. На следующие два года планируется множество как полевых и камеральных работ, так и аналитико-лабораторные работы.

Выводы

В процессе проведения работ в 2021 году выявлена необходимость существенной корректировки исходного техзадания по теме, направленной на

необходимость учета и исследования ключевой роли карстовых источников в формировании водных ресурсов в Крыму, а также ключевую роль мониторинга осадков, в том числе снегозапасов в верхнем поясе гор – на крымских яйлах.

Все собранные актуальные полевые материалы заносятся и хранятся в облачной ГИС «Водная безопасность Крыма», которая только находится в стадии разработки, но уже наполняется данными. На основании предварительной обработки внесенных в ГИС данных за период с 1936 по 2019 годы разрабатываются предложения по моделированию питания и режима, а также расчленения гидрографа рек полуострова Крым.

Благодарности

Автор выражает особую благодарность д.г.н. Гарцману Б.И., к.г.н. Беляковой П.А., Иванютину Н.М., к.г.н. Морейдо В.М., к.г.н. Сучковой К.В. и всем сотрудникам ИВП РАН. Работа выполнена в рамках темы № 0126-2021-0001 (№ государственной регистрации 121040700170-9) Государственного задания ИВП РАН.

Литература

- [1] Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Амеличев Г.Н., Шутков Ю.И. Красная пещера. – М.: Изд-во РУДН, 2002. 190 с.
- [2] Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. – Симферополь, Доля, 2005. 216 с.
- [3] Отчет по Государственному заданию «Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма». Код доступа: https://www.iwp.ru/about/news/zasedanie-uchenogo-soveta-ivp-ran-proydet-27-dekabrya-2021-g/?sphrase_id=7511

S u m m a r y. The results of the first phase of research aimed at creating a methodological framework and prototypes of information technologies to support decision-making to ensure water security in the Crimea, based on modern advances in monitoring, analysis and modeling of hydrological systems are described. Crimea is now considered to be the most water-deficient region of the Russian Federation, where the volume of renewable water resources per capita according to various estimates is from 400 to 700 m³/year, according to the UN FAO classification Crimea belongs to the regions of the world with a sharply expressed ("absolute") deficit of water resources. After 2014, when the water supply through the North-Crimean Canal, which provides up to 85% of the water consumed in the region, was terminated, the situation with water supply to the population and economic facilities of the peninsula significantly deteriorated.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАССИВНОЙ ПРИМЕСИ В ЗАЛИВАХ БЕЛОГО МОРЯ

А.В. Толстик¹, И.А. Чернов²

¹ИВПС КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, alexeytolstikov@mail.ru,

²ИМПИ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, iachernov@yandex.ru

NUMERICAL SIMULATION OF THE PASSIVE TRACER ADVECTION IN THE BAYS OF THE WHITE SEA

A.V. Tolstikov¹, I.A. Chernov²,

¹Northern water problems institute of Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk

²Institute of Applied Mathematical Research of Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk

Аннотация. При отсутствии возможности наблюдений переноса потенциально опасной примеси в акватории моря для расчета рисков, применяется численное моделирование. Модельный комплекс JASMINE, содержащий блок переноса примеси, способен помочь ответить на ряд вопросов, связанных с распространением загрязнителей и других пассивных примесей в Белом море. Выполнены численные эксперименты, показывающие распространение плавучей примеси в акватории Белого моря от дельта-источников, расположенных в устьях крупных рек. Показано, что сроки выноса вещества определяются морфометрическими особенностями каждого залива.

Ключевые слова: примесь, численное моделирование, Белое море, JASMINE.

Введение

Исследование переноса примесей различной природы в море с помощью трехмерного численного моделирования важно для прогнозирования последствий разливов нефти, утечки радиоактивных веществ из могильников, выяснения путей распространения загрязнителей другого происхождения.

Моделирование переноса вещества из устьев крупных рек, впадающих в Белое море, проводилось с целью выделения участков акватории, подверженных наибольшему воздействию загрязнителей, поступающих с водосбора. Рабочая гипотеза заключалась в том, что время нахождения загрязнителей в Белом море будет зависеть от морфометрических особенностей района и устойчивости фронтальных зон, которые в свою очередь подвержены внутригодовой изменчивости.

Одними из самых уязвимых районов для загрязнителей являются крупные порты Белого моря: Архангельск, Онега, Кандалакша, Беломорск, Кемь, Мезень. Поэтому для разработки алгоритмов действий в чрезвычайных ситуациях, при опасности развития экологических катастроф важно иметь сценарии перемещения загрязнителей из портов при различных условиях (в зависимости от структуры загрязнителя, его концентрации, сезона года, направлении ветра и т.д.).

Программный комплекс JASMINE [1] позволяет моделировать распространение различных видов примеси: *плавучей*, то есть сосредоточенной на поверхности моря и переносимой горизонтальными течениями по той же схеме, что и поля, описывающие морской лед, *трехмерной* с нулевой плавучестью (аналогичной, например, солености), *тонущей* (обладающей вертикальной скоростью относительно воды – сюда относятся органические

останки (детрит), с заданной плотностью (такая примесь может тонуть в менее плотной воде и всплывать в более плотной).

Цель работы: с помощью численного моделирования определить сроки и концентрации загрязняющих веществ в Белом море при их поступлении с водосбора с речным стоком.

Регион исследований, объекты и методы

Объектом исследования является поверхностный слой Белого моря, предметом — распространение примеси от устьев крупных рек в заливах моря. Результаты экспериментов помогают проследить миграцию веществ в заливах Белого моря (рис. 1) и открытых участках акватории.



Рис. 1. Берега и районы Белого моря.

Модельный комплекс JASMINE, основанный на конечно-элементной модели Северного Ледовитого океана FEMAO [2], описан в работах [1, 7]. Он позволяет воспроизводить поля течений, температуры и солености, различных характеристик морского льда. Рабочее разрешение для Белого моря улучшено (по сравнению с упомянутыми работами) до 3 км по горизонтали (море вписано в квадрат 200 на 200 точек), сетки по вертикали насчитывают 40 горизонтов

(используется z-координата и свободная поверхность моря). Шаг по вертикальной оси 5 м, на глубинах более 150 метров шаг составляет 10 м. Реки описаны как пресноводные проливы с заданным среднемесячным потоком воды и в них задается температура воды и концентрации пассивной примеси. Используются данные по рекам водосбора Белого моря из базы [4].

Модельный комплекс JASMINE удовлетворительно воспроизводит динамику и биогеохимические процессы в Белом море, температурные и соленостные поля, фронтальные зоны согласуются с данными измерений [3]. Все модельные данные верифицируются по материалам многолетних исследований Белого моря ИВПС КарНЦ РАН и содержатся в [3, 4].

Результаты и обсуждение

С помощью численного моделирования на программном комплексе JASMINE был рассмотрен модельный сценарий одновременного поступления загрязнителей из устьев рек: Северная Двина, Онега, Мезень, Кемь и Ковда (рис. 1). Моделирование проводилось на произвольно взятый период 2015-2017 гг., начиная с 1 января 2015 г., с целью отследить внутригодовую динамику. Исследовалась модельная двухмерная и трехмерная примесь, распространяющаяся по поверхности Белого моря.

Различные пассивные примеси изначально были сосредоточены в одном узле сетки (отвечающем устью реки) каждая. Размерность концентрации не влияет на динамику, поэтому играет роль только относительное ее изменение. Начальная концентрация выбрана 100 единиц на 1 м^2 . Под очисткой района от примеси подразумевалось снижение концентрации в 20 и более раз (до 5 ед. на 1 м^2 и менее). Расчет динамики концентрации этих полей на срок несколько десятков месяцев выявил следующие процессы.

Самый опасный район по накоплению вещества – Онежский залив. Вещество, поступающее сюда либо с водосбора с течением р. Онега либо проникающее через проливы Соловецкие салмы удерживается здесь длительное время (несколько месяцев). Из Двинского залива загрязняющие вещества наоборот удаляются достаточно быстро вдоль восточного берега (1-2 месяца). В Кандалакшском заливе водообмен также происходит быстро (1 месяц). В Мезенском заливе этот период аналогично составляет около 1-2 месяцев, однако, учитывая небольшое расстояние от устья р. Мезень до Воронки (около 100 км), все-таки вещество покидает этот залив долго.

Полученные данные распространения модельного вещества согласуются с результатами работ [5, 6], в которых выделены районы экологического воздействия на акваторию Белого моря.

Актуальной представляется задача определения путей обмена веществом между районами моря. Для этого были рассчитаны сроки и концентрации веществ во всех заливах Белого моря при распространении пассивной плавучей примеси, изначально сосредоточенной в одном узле сетки. Рассчитывалась динамика относительной концентрации.

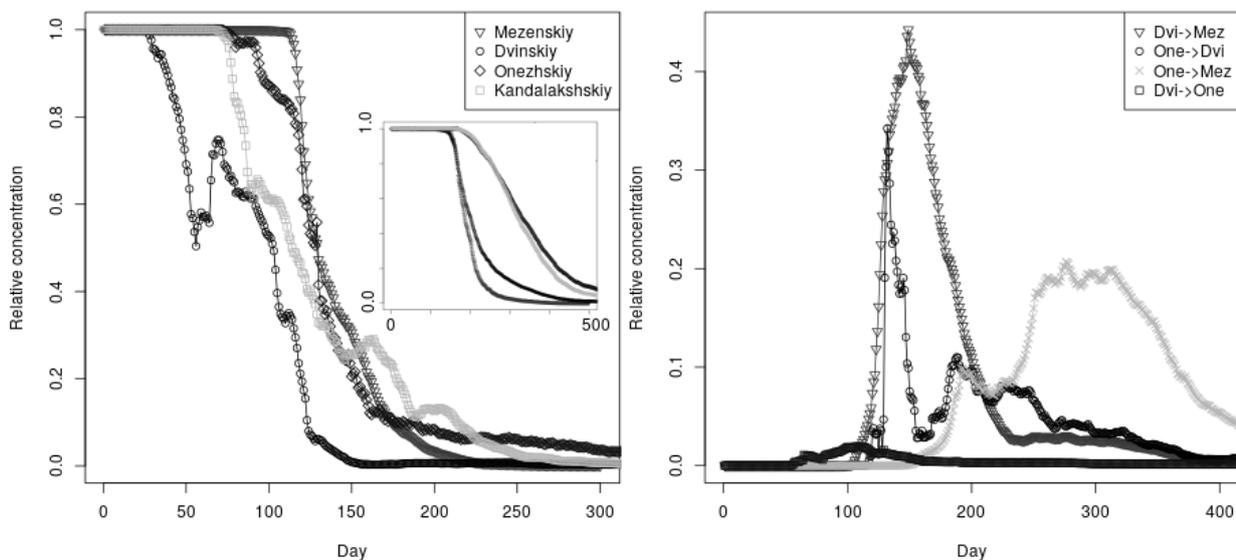


Рис. 4. Слева: Относительная поверхностная концентрация плавучей примеси, средняя по акватории залива, в зависимости от времени (сутки), для Мезенского, Двинского, Онежского и Кандалакшского заливов.

Справа: поверхностная концентрация плавучей примеси, средняя по акватории одного залива относительно начальной концентрации, средней по акватории другого залива; показывает перенос примеси из залива в залив: Из Двинского в Мезенский, из Онежского в Двинский и Мезенский, из Двинского в Онежский.

Значительная доля вещества, ожидаемо, перетекает из Двинского залива в Мезенский, а из Онежского – в Двинский, и далее в Мезенский. Обратный перенос (из Двинского в Онежский) выражен значительно слабее, а обмен между другими заливами вообще практически отсутствует. Также графики демонстрируют, что вещество в Онежском заливе удерживается дольше всего. Интересно, что эффект гидрологической ловушки, когда веществу легче попасть в Онежский и Мезенский заливы, чем покинуть их, позволяет загрязнителю удерживаться дольше 100 сут. в пределах своего района моря и лишь затем относительно быстро распространиться в направлении против часовой стрелки. Для Кандалакшского залива, где свободному водообмену с Бассейном ничто не препятствует, подобных процессов не наблюдается. Вещество быстро покидает район загрязнения.

Выводы

Выполнен расчет переноса примеси различной природы и показаны наиболее опасные районы по накоплению загрязняющих веществ, пути и сроки их перемещения в крупных заливах Белого моря и в целом по всему морю.

Подтвердилась гипотеза о влиянии морфометрических особенностей района моря и фронтальных зон. Так, благодаря этим особенностям вещество удерживается в южной части Онежского и Мезенского залива; быстро разбавляется и покидает Кандалакшский залив; в Двинском заливе может возвращаться после выхода из этого района благодаря отсутствию препятствий.

Наиболее опасный район по накоплению вещества – Онежский залив. Вещество, поступающее с течением р. Онега, либо проникающее через проливы Соловецкие салмы удерживается здесь недели и месяцы. В Кандалакшском заливе водообмен с Бассейном происходит быстро (1 месяц). Из Двинского залива загрязняющие вещества удаляются достаточно быстро вдоль восточного берега (1-2 месяца). В Мезенском заливе этот период аналогично составляет около 1-2 месяцев, но, учитывая небольшое расстояние от устья р. Мезень до Воронки стоит отметить, что вещество покидает этот залив достаточно долго.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке темы госзадания «Комплексные исследования Белого моря и водосбора в интересах развития Арктической зоны РФ» № 121021700122-7.

Литература

- [1] *Чернов И.А., Толстиков А.В., Яковлев Н.Г.* Комплексная модель Белого моря: гидротермодинамика вод и морского льда // Труды Карельского научного центра РАН, 2016. № 8. С. 116–128. DOI: 10.17076/mat397.
- [2] *Яковлев Н.Г.* О воспроизведении полей температуры и солености Северного Ледовитого океана // Известия РАН, ФАО, 2012, т. 48, № 1. С. 100–116.
- [3] *Карпечко В.А., Махальская Н.И., Балаганский А.Ф., Толстиков А.В.* Сток рек бассейна Белого моря // Свид. о гос. рег. базы данных № 2018621833. 19 ноября 2018 г.
- [4] *Толстиков А.В., Филатов Н.Н., Здоровеннов Р.Э.* Белое море и его водосбор // Свид. о гос. рег. базы данных № 2010620435. 16 августа 2010 г.
- [5] *Кадашова Н.А.* Физико-географические аспекты природопользования в Белом море // дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук: М, 2011. 175 с.
- [6] *Булавина А.С.* Воздействие материкового стока на водные массы заливов Белого и юго-востока Баренцева морей // Дисс. на соиск. степ. канд. геогр. наук. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2020. 184 с.
- [7] *Chernov, I.; Lazzari, P.; Tolstikov, A.; Kravchishina and, M.; Iakovlev, N.* Hydrodynamical and biogeochemical spatiotemporal variability in the White Sea: A modeling study // J. Mar. Syst. 2018. No 187. P. 23–35. doi:10.1016/j.jmarsys.2018.06.006.

S u m m a r y. In the absence of the possibility of observing the transfer of a potentially hazardous impurity in the sea for the calculation of risks, numerical modeling is used. The JASMINE model complex, containing a pollutant transport unit, can help answer a number of questions related to the spread of pollutants and other passive impurities in the White Sea. Numerical experiments have been performed showing the spread of floating impurities in the White Sea from delta sources located at the mouths of large rivers. It is shown that the timing of the removal of matter is determined by the morphometric features of each bay.

ТАЯНИЕ ЛЕДНИКОВ В ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ ИЗ-ЗА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕКУЩЕГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

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*

GLACIERS MELTING IN EAST GEORGIA DUE TO THE IMPACT OF CURRENT CLIMATE CHANGE

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. Dzhavakhishvili, institute of geophysics of M. Nodia, Tbilisi, Georgia*

³*The national environmental agency, Tbilisi, Georgia*

Аннотация. Для характеристики воздействия текущего изменения климата на ледники Грузии интересно изучить динамику деградации ледников. Это возможно путем сравнения информации доступной в прошлом, с информацией определенной в настоящее время. Разница во времени даёт предпосылку для изучения изменения ледников, в частности ответить на вопрос – сколько ледников исчезло за последние десятилетие в Восточной Грузии. Очевидно, что полученные результаты отражают влияние изменения современного климата на состояние ледников.

Ключевые слова: деградация ледников, изменение климата, спутниковое дистанционное зондирование.

Введение

Целью исследования является исследование деградации ледниковых бассейнов Восточной Грузии. В качестве начальных данных используются данные из каталога ледников СССР (далее – каталог) [1-4]. Следующие данные (промежуточные значения) о состоянии площади и количества ледников, определяемые путем обработки спутниковых снимков дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) за период 2006-2015 гг. в основном 2015 г. Условно эти данные называются ДЗЗ 1. Разница во времени между исходными данными и данными ДЗЗ 1 составляет около 50 лет. Для получения данных, характеризующих динамику изменения характеристик ледников, мы добавили обработанные данные (конечные значения), полученные в основном по снимкам спутника Landsat 8 от 13 сентября 2020 года. Условно эти данные называются ДЗЗ 2. Разница во времени между данными ДЗЗ 1 и ДЗЗ 2 составляет пять лет. В статье представлено сравнение данных каталога о количестве и площади ледников со спутниковыми данными после 50 лет (первый период) и 55 лет (второй период) и их статистическая обработка.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является территория оледенения Восточной Грузии. Ледниковые бассейны рек Восточной Грузии являются объектом исследования. Основу методологии составляет, наряду с данными

спутникового ДЗЗ, комплексное использование исторических данных [5–7], схем ледников из каталога, существующих полевых материалов и применение экспертных знаний. Методология включает реализацию эффективных процедур оценки и контроля качества данных (QA/QC) спутникового ДЗЗ.

Результаты и обсуждение

В предыдущей статье представленной на «Ежегодной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения» приведена таблица «Распределение ледников Восточной Грузии по ледниковым бассейнам». В таблице для определения воздействия изменения климата на ледниковые бассейны, данные ледников, полученные по вышеупомянутой методологии с использованием ДЗЗ в промежуточный (2006-2015 гг.) период, сравниваются с данными тех же ледников по каталогу. Разница в 50 лет между данными каталога и ДЗЗ создает предпосылки для определения изменений в бассейнах оледенения. Сделаны соответствующие выводы. В данной статье на основе новых исследований определено конечное состояние ледников в ледниковых бассейнах, полученные в основном по снимкам спутника Landsat 8 от 13 сентября 2020 года. Составлена соответствующая таблица на основе которой получен ответ на поставленный вопрос.

По размерам ледники делятся на три группы [8]: малые (площадь – от 0,1 до 0,5 км²), средние (площадь – от 0,5 до 2,0 км²) и большие (площадь – более 2 км²) ледники. Нижняя граница деления ледников Грузии на три группы добавлена авторами в связи с тем, что площадь всех перечисленных в каталоге ледников составляет более 0,1 км², а снежники* (площадью менее 0,1 км²) не учитываются.

В таблице 1 представлено распределение ледников Восточной Грузии по размерам и ледниковым бассейнам. Выделена графа 7 и 11 показывающие насколько уменьшилось по последним данным (ДЗЗ 2) количество и площадь ледников (по размерам) от данных каталога**.

* Снежник - неподвижное естественное скопление снега, фирна и льда, в местах, защищённых от ветра и солнца, ниже снеговой линии, сохраняющееся после стаивания окружающего снежного покрова (сезонный снежник) или не тающее в течение всего года (постоянный снежник, перелётки). При деградации ледников снежники выступают как их остаток.

** Данные каталога были скорректированы нами по топографическим картам 60-их годов т. е. того же времени, когда создавался каталог ледников.

Таблица 1. Распределение ледников Восточной Грузии по размерам и ледниковым бассейнам

Восточная Грузия										
Ледниковые бассейны			Количество ледников				Площадь ледников			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№	Имя и № ледника по каталогу	Размер	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Исчезло	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Уменьшилось
1	Лиахви 1-22 [14] (стр. 17, рис. 8)	малый	20	3	2	18	4.1	0.6	0.3	3.8
		средний	2	1	1	1	2.5	1	0.9	1.6
		большой	0	0	0	0	0	0	0	0
		всего	22	4	3	19	6.6	1.6	1.2	5.4
2	Арагви 1_22 [14] (стр. 17, рис. 8)	малый	4	1	1	3	0.8	0.3	0.3	0.5
		средний	1	0	0	1	0.8	0	0	0.8
		большой	0	0	0	0	0	0	0	0
		всего	5	1	1	4	1.6	0.3	0.3	1.3
3	Терги 44_111 [15] (стр. 20, рис. 4)	малый	43	22	14	29	10.5	4.3	2.4	8.1
		средний	16	7	7	9	14.1	6.9	5.7	8.4
		большой	9	7	6	3	42.9	29.2	26.2	16.7
		всего	68	36	27	41	67.5	40.4	34.3	33.2
4	Асса 1_3 [16] (стр. 20, рис. 10)	малый	1	2	2	-1	0.3	0.5	0.5	-0.2
		средний	2	1	0	2	1.1	0.5	0	1.1
		большой	0	0	0	0	0	0	0	0
		всего	3	3	2	1	1.4	1.0	0.5	0.9
5	Аргун 10_15 [16] (стр. 21, рис. 11)	малый	6	5	0	6	1.1	0.5	0	1.1
		средний	0	0	0	0	0	0	0	0
		большой	0	0	0	0	0	0	0	0
		всего	6	5	0	6	1.1	0.5	0	1.1
6	Пирикити Алазани 6_33 [14] (6-19, стр. 50, рис. 11) (20-33, стр. 51, рис. 12)	малый	25	20	6	19	6.7	3.7	0.9	5.8
		средний	3	0	0	3	2.1	0	0	2.1
		большой	0	0	0	0	0	0	0	0
		всего	28	20	6	22	8.8	3.7	0.9	7.9
Всего			132	69	39	93	87	47.5	37.2	49.8

Для наглядности представляем таблицу 2 и таблицу 3, которые получены из таблицы 1.

Таблица 2. Количество исчезнувших ледников в Восточной Грузии по размерам и ледниковым бассейнам

Восточная Грузия												
Размер	малый				средний				большой			
Данные	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Исчезло	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Исчезло	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Исчезло
Ледниковый бассейн												
Лиахви	20	3	2	18	2	1	1	1	0	0	0	0
Арагви	4	1	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0
Терги	43	22	14	29	16	7	7	9	9	7	6	3
Асса	1	2	2	-1	2	1	0	2	0	0	0	0
Аргуни	6	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Пирикити Алазани	25	20	6	19	3	0	0	3	0	0	0	0
Всего				74				16				3

Таблица 3. Площадь ледников (км²) в Восточной Грузии по размерам и ледниковым бассейнам

Восточная Грузия												
Размер	малый				средний				большой			
Данные	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Уменьшилось	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Уменьшилось	Каталог	ДЗЗ 1	ДЗЗ 2	Уменьшилось
Ледниковый бассейн												
Лиахви	4.1	0.6	0.3	3.8	2.5	1	0.9	1.6	0	0	0	0
Арагви	0.8	0.3	0.3	0.5	0.8	0	0	0.8	0	0	0	0
Терги	10.5	4.3	2.4	8.1	14.1	6.9	5.7	8.4	42.9	29.2	26.2	16.7
Асса	0.3	0.5	0.5	-0.2	1.1	0.5	0	1.1	0	0	0	0
Аргуни	1.0	0.1	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пирикити Алазани	6.7	3.7	0.9	5.8	2.1	0	0	2.1	0	0	0	0
Всего	23.4	32.9	4.4	19	20.6	8.4	6.6	14	42.9	29.2	26.2	16.7

Как видно из таблицы 2 по последним данным (ДЗЗ 2) сравнительно с данными каталога исчезло 74 малые, 16 средние и 3 большие ледники.

Из таблицы 3 можно сделать вывод, что по последним данным (ДЗЗ 2) сравнительно с данными каталога площадь малых ледников уменьшилось на 19 км², средних на 14 км², а больших ледников на 16.7 км².

Надо отметить, что под воздействием текущего изменения климата все ледники Грузии тают. Малые ледники уменьшаются не только в размерах но происходит их дробление на два и более ледников. Средние ледники при таянии уменьшаются в размерах, остаются в градации средних, а иногда переходят в градацию малых ледников, также от них могут оторваться части ледника, как размера малого ледника, так и снежника. Что касается больших ледников, они при таянии, не только уменьшаются в размерах, но остаются в градации больших, а иногда переходят в градацию средних ледников, также от них могут оторваться части ледника, как размера малого ледника, так и снежника.

В данной работе мы сравниваем ранжированные по размерам (малый, средний, большой) ледники по данным каталога, с данными спутниковых снимков дистанционного зондирования Земли 2020 года (ДЗЗ 2).

Выводы

Изучение таяния ледников из-за воздействия современного изменения климата в Грузии является важной народнохозяйственной задачей. Для получения научно обоснованного ответа о нынешнем состоянии ледников, необходимо использовать ДЗЗ высокого разрешения, поскольку в настоящее время невозможно проводить дорогостоящие наземные наблюдения в необходимом масштабе и в условиях ограниченных ресурсов и времени.

Обработка космических снимков для территории Восточной Грузии дала возможность получить данные о таянии ледников по ледниковым бассейнам. Анализ приведенных цифр ясно показывает, что изменение климата оказывает существенное влияние на таяние ледников. Сравнение скорости таяния ледников в первом периоде (за 50 лет) по сравнению со вторым периодом (за 5 лет) показывает, что скорость таяния ледников во втором периоде гораздо интенсивнее, чем в первом периоде, т.е. таяние ледников по ледниковым бассейнам носит нелинейный характер.

Этот вывод также подтверждает основной тезис 6-го доклада IPCC [9] о том, что главная проблема не в изменении климата, а в его скорости.

Багодарность

Работа выполнена в рамках научного проекта 2021–FR-21-1996 фундаментальных исследований Национального научного фонда им. Шота Руставели – Исследование деградации ледников Грузии за последние десятилетия и создание «Электронного атласа ледников Грузии».

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., Курдгелаидзе 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] *Цомая В.Ш.* Каталог Ледников СССР, Т. 9, вып. 3, ч. 1, Закавказье и Дагестан, Л.: Гидрометеиздат, 1975, 95 с.
- [4] *Цомая В.Ш., Дробышев О.А.* Каталог Ледников СССР, Т. 8, ч. 11, Северный Кавказ, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 71 с.
- [5] *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.
- [6] *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. – Tbilisi: 2016. – Vol. 10. – №4. – P. 56–63.
- [7] *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.
- [8] *Гобеджишвили Р.Г.* Ледники Грузии. Академия наук Грузинской ССР, институт географии им. Вахушти Багратиони, Тб.; Мецниереба, 1989, 128 с.
- [9] IPCC (2018). A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Edited by Melinda Tignor, Elvira Poloczanska, Katja Mintenbeck, Andrés Alegre, Maïke Nicolai, Andrew Okem, Jan Petzold, Bardhyl Rama, Nora M. Weyer. Working Group II Technical Report. IPCC, Geneva, Switzerland. 755 p.

S u m m a r y. To characterize the impact of current climate change on glaciers, it is interesting to study the degradation dynamics of Georgia's glaciers. This is possible by comparing information available in the past with information currently determined. The time difference provides a prerequisite for studying the changes in glaciers, in particular, answering the question - how many glaciers have disappeared over the past decade in Eastern Georgia. It is obvious that the results obtained reflect the impact of modern climate change on the state of glaciers.

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC
AND ANTARCTIC

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНИ НАРОДОВ СЕВЕРА

Л.О. Зелюткина, В.Ф. Куликов, О.А. Шелухина

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

MEDICAL AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS OF THE PEOPLES OF THE NORTH

L.O. Zelutkina, V.F. Kulikov, O.A. Shelukhina

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. Природная среда является одним из важнейших факторов, влияющих на социальные процессы и здоровье народностей Севера. На современном этапе развития общества малочисленные народы Севера отходят от традиционного, исторически сложившегося образа жизни. Назревает необходимость сохранения традиций и здоровья малочисленных народов Севера, создание проектов гармоничного встраивания хозяйственной деятельности человека в природу.

Ключевые слова: коренные малочисленные народы Севера, заболевания, адаптация, приспособляемость, антропогенная нагрузка, этнокультурная идентичность, ландшафт.

Введение

Окружающая человека среда – это совокупность абиотической, биотической и социальной сферы, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство. Влияние на человека географических условий проявляется в особенностях популяции человека: антропологическом разнообразии. Так, аборигены севера и аборигены тропиков отличаются по внешнему виду, строению тела, характеристике внутренней среды организма, включая механизмы обмена веществ. В разных ландшафтах, на разных территориях, у людей существует своя норма показателей крови, сердечно-сосудистой системы, дыхания, обмена веществ и физического развития, отражающая влияние специфических условий среды, в которой они проживают [1]. Связано это было, порой с приспособляемостью организма к эндемичным заболеваниям, к характерным генетическим аномалиям. Могла быть высока детская смертность или существенно сокращена продолжительность жизни. В историческом ракурсе освоение новых экологических ниш приводило к изменению показателей внутренней среды организма.

Регион исследований, объекты и методы

При изучении народов Севера, необходимо учитывать, что это 26 народов тундры, лесотундры и сибирской тайги. Эти территории хоть и относятся к северу России, но отличаются своими географическими характеристиками. В последние 200 лет этнографы усиленно изучали особенности северных народов с заметным креном снисходительности. Рассматривали их быт, историю, происхождение. Последние 30 лет интерес специалистов повернулся к проблемам развития хозяйства, демографии, здоровья населения. Что связано с интенсивным промышленным освоением Северных территорий, а также с общим ухудшением психического и физического здоровья населения [2].

Особенно проблемы со здоровьем стали выявляться после принудительной оседлости кочевых народов в середине прошлого века.

Практически все элементы хозяйственной жизни оленеводов идеально приспособлены к природной зоне проживания – это и нарты для собачьей упряжки, изготавливаемые без единого гвоздя, с минимальной затратой древесины, и одежда оленеводов, подходящая климатическим особенностям тундры, и байдары, на которых жители побережья Чукотки охотились на морского зверя. Крупностадное оленеводство, возникло в евразийской тундре, на рубеже XVIII-XIX вв., - в западной ее части, у коми-ижемцев и ненцев Большеземельской тундры, и на востоке, у чукчей и коряков. Это привело к более эффективному использованию биологической емкости осваиваемых тундровых ландшафтов. Весь XIX век поголовье домашнего оленя в тундре неуклонно возрастало (за исключением эпизоотий) и только в настоящее время достигло естественных пределов. Рост поголовья оленей увеличивал и численность кочевых народов, сменивших образ жизни: ненцев, коми-ижемцев, коряков и чукчей. А их соседи на востоке – юкагиры, сохранившие быт полуседлых пеших охотников и рыболовов, не смогли противостоят частым эпидемиям, культурной ассимиляции пришлых эвенов и якутов, в результате они практически исчезли. На западе совершенно исчезли оседлые морские охотники сииртя, занимавшие побережье Ледовитого океана от Белого моря до Енисея, с которыми столкнулись пришлые оленные самодийцы: ненцы, энцы, нганасаны [4].

Со временем организм у народов Севера выработал ряд специфических видов адаптации к полярным условиям, не снижающих, а повышающих его резистентность. Таковы особенности дыхания (удлиненная фаза выдоха и укороченный вдох), поглощения кислорода (оно выше, чем у приезжего русского населения), выделения углекислого газа (ниже), системы пищеварения, органов зрения и др. Диспропорция белкового и углеводного питания в условиях постоянного кочевания не приводила к росту заболеваемости болезнями органов кровообращения и дыхания. Переход на «европейский» тип питания при оседании вызывает осложнения и даже были зарегистрированы смертельные исходы у детей самоедов, и у детей кочевого населения, вывозимого в школы-интернаты. Таким

образом тезис об отрицательном влиянии кочевания на здоровье, был опровергнут медицинскими исследованиями [5]. Демографические характеристики кочевого населения оказываются более высокими, нежели по коренному населению в среднем. Районам с более высоким уровнем кочевания соответствуют более высокий средний размер семьи, близкое к норме соотношение полов. А чем глубже идет процесс перевода на оседлость, чем больше коренного населения проживает на центральных усадьбах хозяйств, тем вероятнее смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, алкоголизма, нервно-психических расстройств.

Уникальность кочевого оленеводства в том, что оно до настоящего времени остается не только отраслью хозяйства, но и образом жизни семей оленеводов. В конце прошлого столетия, в связи с политическими изменениями в России, накопленный опыт и фольклорное наследие, как и другие формы традиционной культуры, становятся более востребованными и считаются в среде кочевников тундры и тайги одним из наиболее ценных достояний народной культуры. Приверженность к традиционному типу хозяйствования и жизни остается, именно охота, кочевое оленеводство или рыболовство. И является их основными занятиями на современном этапе, у всё большего количества коренных жителей. Более доступной для понимания современного человека является и повседневная обрядность традиционного общества охотников и оленеводов. Это направление исследований имеет не меньшее значение для определения адаптивных свойств культуры традиционного общества аборигенных народов в изменяющихся условиях современности. Например, существует множество запретов по отношению к детям и беременным женщинам, чтобы уберечь их от тяжелых эндемичных или инвазийных заболеваний. Также, многие культовые запреты, содержат в своей основе соблюдение санитарных норм, которые легко и понятно передаются детям в сказках и обрядах [3].

В последние годы, исследования, проводимые учеными на Крайнем Севере, показывают более положительную тенденцию по здоровью населения. Медики разделяют коренное, укорененное и пришлое население, и, говоря о результатах по здоровью жителей, например, Мурманской области, приходят к значимым выводам. Выявлено, что наиболее здоровыми являются коренные жители, занимающиеся кочевым оленеводством. Саамы Кольского полуострова имеют более чем тысячелетнюю историю существования, и для представителей саамского этноса минеральный обмен играет ключевую роль. Ведь здоровье очень сильно зависит от геохимических особенностей места проживания, в частности, от баланса различных химических элементов в нашем организме.

У коренных жителей полуострова нарушения минерального обмена в последнее время приобретают широкомасштабный характер. Ученые Кольского научного центра считают, что причиной этого феномена являются низкие концентрации фтора и магния и высокие – кальция и марганца в природной

среде, в сочетании с повышенными концентрациями железа, никеля, кобальта, алюминия и меди техногенного происхождения, что существенно снижают адаптивные способности организма.

Это характерно для жителей Ковдорско-Колвицкого, Хибино-Ловозерского, Мончегорского, Печенгского и Северного прибрежного районов, где часто встречаются мочекаменная болезнь. Именно в этих районах существуют горнодобывающие предприятия. Снижение адаптации организма, проявляются в тяжелых онкологических заболеваниях. Сравнительный анализ смертности из-за них в группах коренного и укорененного населения показал, что ее уровень в Ловозерском районе, где преобладают «чистые» саамы и их метисы с коми-ижемцами, почти в два раза выше, чем в Терском районе, население которого представлено в основном потомками поморов. В Ловозерском районе отмечается явная тенденция к «омоложению» умерших от злокачественных новообразований, а заболеваемость ими детей здесь в 1,9 раза выше, чем в целом по Мурманской области. Болезни костной системы тоже присутствуют в Ловозерском районе, но если у детей уровень заболеваемости ниже, чем в целом по России и в Мурманской области, то у взрослых они встречаются чаще в Снежногорске, Апатитах, Кировске. Большее распространение онкологических заболеваний среди коренного, а также укорененного населения по сравнению с представителями недавних мигрантов из других регионов объясняется тем, что последние, в основном представленные выходцами из промышленно развитых районов средней полосы, и более адаптированы к условиям техногенного загрязнения [6].

Выводы

На протяжении тысячелетий в коллективе вырабатываются стереотипы, позволяющие индивиду и обществу не совершать губительных ошибок, чтобы обеспечить благополучное существование традиционного общества.

Коренные народы тяжелее приспосабливаются к измененному промышленностью и технологиями миру – это сказывается на их здоровье в виде сердечно-сосудистых заболеваний, алкоголизма, заболеваний нервной системы. Связь между этносом и ландшафтом поддерживается с помощью тонкого механизма преемственности адаптивных навыков между поколениями – сигнальной (условнорефлекторной) наследственности [4]. В процессе воспитания дети путем подражания перенимают и усваивают стереотипы поведения в семье, ландшафте (тундре), этносе (отношения к старшим, иноплеменникам). В ходе современных исследований для арктических регионов разрабатываются основные принципы единой системы мониторинга общественного здоровья и здоровьесберегающих мероприятий. Подобные проекты необходимо выстраивать, основываясь на различия по этногеографическим, возрастным и социальным характеристикам, опираясь на

многовековой опыт развития Северных народов.

Литература

- [1] *Алексеев В.П.* Очерки экологии человека. М., 1993. 191 с.
- [2] *Богоявленский Д.Д.* Некоторые аспекты занятости народностей Севера и демографические процессы // Смена культур и миграции в Западной Сибири. Томск, 1987.
- [3] *Варламов А.Н.* Обрядовая культура народов Севера как исторический опыт, <http://www.sivir.ru>, 2010.
- [4] *Иванов К.П.* Проблемы этнической географии. Малочисленные народы Севера - СПб, 1998.
- [5] *Орехов К.В.* Медико-биологические проблемы здоровья народностей Севера // Проблемы современного социального развития народностей Севера. Новосибирск, 1987.
- [6] *Слонская В.* Чем болеют саамы и поморы в Мурманской области <https://www.murmansk.kp.ru/daily>, 2021
- [7] *Шелухина О.А., Куликов В.Ф.* Этноэкологические проблемы полуострова Ямал: реалии и перспективы // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Кол. Моногр., СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2021. С. 176-179.

S u m m a r y. The medico-geographical conditions of the northern landscapes are considered as the most important factor determining the specifics of the life of the peoples of the North. The traditions formed by the indigenous peoples of the North are the most important way to adapt to harsh conditions.

«НОВАЯ СЕВЕРНАЯ ПОЛИТИКА» КОРЕИ И МЕЖДУНАРОДНАЯ АРКТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «СНЕЖИНКА»

Ким Чжа-Ён

Корейско-сибирский центр, Бэ Ддже университет, г. Дэдэжон, Респ. Корея. ruslove@daum.net

KOREAS «NEW NORTHERN POLICY» AND THE «SNOWFLAKE» INTERNATIONAL ARCTIC STATION

Kim, Ja-Young

Korean-Siberian Center, Pai Chai university, Daejeon city, Rep. of Korea

Аннотация. В данной статье кратко разъясняются «Новая северная политика» и «Новая восточная политика», а также анализируется Международная арктическая станция «Снежинка» - первый в мире проект Арктического совета, реализуемый Россией за Полярным кругом. Сосредоточившись на «Проекте Снежинка», исследует точку соприкосновения между Кореей и Россией, которая находится в тупике, где отношения сотрудничества могут развиваться в более реалистичном и легком направлении, а также прогнозируется корейско-российское сотрудничество в новом направлении.

Ключевые слова: Арктика, снежинка, международная арктическая станция, сотрудничество Корея-Россия.

Введение

В 2017 году, когда к власти в Южной Корее пришло правительство Мун Чжэ Ина, была объявлена «Новая северная политика». Он заявил о необходимости и стремлении обеспечить новый двигатель роста корейской экономики, нацеленный на Россию, Молдову, Монголию, Беларусь, Украину, три северо-восточные провинции Китая и страны Центральной Азии, а также о необходимости и желании новой политики по содействию миру на Корейском полуострове. Кроме того, в программной речи на III Российско-Восточном экономическом форуме в 2017 году была провозглашена новая политическая линия под названием «Новая северная политика» и воля к сотрудничеству с Россией.

Президент России Владимир Путин в 2012 году создал Министерство по развитию Дальнего Востока и опубликовал документ «Меры по реализации внешней политики России», а затем одну за другой «Программу социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона до 2025 года». Он объявил о своем намерении проводить «Новую восточную политику». С тех пор прошло пять лет, но Новая северная политика не дала ожидаемых результатов. А в этом году Южная Корея ожидает приезда нового правительства. В этой статье мы кратко рассмотрим Новую северную политику Кореи и Новую восточную политику России, а также проанализируем, возможна ли новая точка соприкосновения для корейско-российского сотрудничества, сосредоточив внимание на Снежинке, международной арктической станции, проекте Арктического совета.

Новая северная политика и Новая восточная политика

«Северная политика» Южной Кореи началась с установления

дипломатических отношений между Республикой Корея и Советским Союзом в 1990 году и новой политической и дипломатической стратегии, представленной администрацией Но Тхэ У в то время в соответствии с изменением мирового порядка как международное сообщество вступило в эпоху после окончания «холодной войны». Последующие правительства преуспели в северной политике в несколько иных направлениях.

Однако северная политика различных правительств не дала больших результатов из-за отсутствия специального интеграционного органа, межкорейских проблем, санкций против России в западном мире, включая США, и непоследовательной северокорейской политики со стороны корейских правительств. После этого правительство Мун Чжэ Ина создало единый специализированный орган и способствовало обменов в различных областях, включая торговлю и инвестиции, такие как «Стратегия девяти мостов для развития Дальнего Востока (9-Bridge Strategy)».

В 2012 году, на третий срок Путина, президент Путин учредил Министерство по развитию Дальнего Востока и обнародовал план реализации внешней политики России. Хотя у этих политик Кореи и России есть точки соприкосновения, где они могут преследовать общие интересы в стремлении друг друга к двигателям роста следующего поколения, расширению экономических горизонтов, укреплению политической и дипломатической безопасности и диверсификации импорта и экспорта, на самом деле, Корея мало за исключением ряда реализуемых инвестиционных проектов, результаты оцениваются как не соответствующие ожиданиям.

Если изменится правительство, изменится и Северная политика. Однако Южной Корее необходимо найти более мирную связь с континентом, и для этой цели, мы считаем, было бы хорошо реорганизовать отношения сотрудничества с Россией, а также с Северной Кореей. И в качестве нового поворотного момента в этих отношениях сотрудничества мы хотели бы рассказать о проекте «Международная арктическая станция «Снежинка», продвигаемом Арктическим советом под председательством России.

Снежинка (Snowflake)

Россия стала председателем Арктического совета в 2021 году. Во время его президентства российская сторона предложила Арктическому совету несколько трансграничных проектов, один из которых «Снежинка (Snowflake)» - безуглеродная глобальная арктическая станция. Этот проект был выбран в качестве пилотной программы для проекта «Применение и демонстрация водородной энергетики в Арктике» (AHED), продвигаемого Рабочей группой по устойчивому развитию (SDWG) при Арктическом совете. Проект «Снежинка» предполагает создание «Глобальной арктической исследовательской станции Carbon Zero» – полностью автономного комплекса, который может работать круглый год без дизельного топлива, на основе возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая и литий-ионная энергия, а также эко-энергии, такой как водородная энергия, в России. Она строится на «Земле

Желания» в тундре Вайдарацукая на полуострове Ямал и, как ожидается, будет завершен в 2023 году. Начиная с этой станции, рассчитанной на 80 чел. на площадке площадью 4500 м², Россия планирует модернизировать существующие энергокомплексы в других изолированных от энергоснабжения поселках Арктического, Дальневосточного и Сибирского регионов.

«Снежинка» – первый в мире арктический комплексный проект, направленный на развитие экологически чистой водородной энергетики с нулевым выбросом углерода, сотрудничество с коренными народами, устойчивое развитие Арктики за счет привлечения туристов, а также международное сотрудничество в области ученых, образования и академических исследований.

Корея также является страной, поддерживающей разработку низкоуглеродной энергетической политики. Мы считаем, что благодаря этому сотрудничеству с проектом Снежинка Корея сможет более быстро и легко продвигаться вперед как страна с экологически чистой энергией. Предполагается, что Корея сможет получить следующие ожидаемые эффекты от участия в проекте «Снежинка»:

- Опыт и развитие технологии чистой зеленой энергии на основе водорода

- Совместные исследования по изменению климата и экологическим проблемам в арктическом регионе

- Расширение экспорта корейской медицинской техники и медицинского оборудования в северные регионы на базе базы

- Обмен опытом решения проблем продовольственной безопасности и проблем здоровья в ограниченных и экстремальных условиях

- Исследование арктической культуры как сложного культурного пространства, в котором смешаны культура коренных малочисленных народов и культура мигрантов.

- Связь индустрии арктического туризма, которая пытается оживить станцию, с Кореей.

Поскольку на основе проекта «Снежинка» сотрудничество между Кореей и Россией в настоящее время продолжается, ожидается, что исследования по этой теме будут углубляться и расширяться в будущем.

Заключение

В этой статье были рассмотрены Новая северная политика Кореи и Новая восточная политика России. Политика обеих сторон, начавшаяся с больших ожиданий, не дала особых результатов в силу таких факторов, как ситуация на Корейском полуострове, многолетняя конфронтация с западным миром с центром в России и США, северокорейская проблема и пассивная деятельность Южной Кореи.

Однако было еще раз указано, что и Корея, и Россия являются партнерами, которые должны сотрудничать в широких рамках создания сообщества, основанного на мире и процветании, и обеспечения двигателей роста следующего поколения, сосредоточенных на Азиатско-Тихоокеанском

регионе и северных регионах России. Если согласилось в том, что в широких рамках «Новой северной политики» и «Новой восточной политики» обе страны смотрят в одно место, то где мы можем найти точку соприкосновения для совместного практического сотрудничества? В связи с этим мы рассматривали проект «Снежинка» – первая в мире международная арктическая станция, где можно исследовать и наблюдать за окружающей средой, изменением климата, арктической культурой, улучшением условий жизни и образования с акцентом на коренные народы, вопросами энергетики.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Кореи и Национального исследовательского фонда Республики Кореи (NRF-2019S1A5C2A01081461).

Литература

- [1] *Ган Мён Гу*. Исследование корейско-российского сотрудничества через Новую северную политику и Новую восточную политику. KDB Future Strategy Institute, 2019.
- [2] *Им Дже Гю*. Текущее состояние политики энергетического перехода Кореи и задачи на будущее - сосредоточено на том, что обсуждается в рабочей группе 3-го базового энергетического плана. Семинар, посвященный 32-летию Корейского института экономики энергетики, 2018.
- [3] *Ланков А.* Значение новой восточной политики с точки зрения России. Академия Тэджэ Университета Кукмин, 2017.
- [4] *Ра Ми Гён*. Возможность корейско-российского сотрудничества через 9-BRIDGE в условиях Covid19. The Arctic Journal no. 23, 2021.
- [5] Доклад о ходе реализации проекта АHEAD (МАС «Снежинка») на заседании Рабочей группы Арктического совета по устойчивому развитию (SDWG)/ <https://arctic-mipt.com/tpost/zxgtna0tf1-doklad-o-hode-realizatsii-proekta-ahead>
- [6] Итоги геофизических инженерных изысканий на Ямале и определение точного места строительства зданий станции «Снежинка» - <https://arctic-mipt.com/tpost/gr8m9fdlc1-novoe-geograficheskie-koordinati-mas-sne>
- [7] Новое географические координаты МАС «Снежинка» на Ямале https://arctic-mipt.com/tpost/2lv65yezy1-potentsial-razvitiya-sotrudnichestva-mez_
- [8] Политический брифинг Кореи Политическая вики «2050 Carbon Neutral», https://www.korea.kr/special/policyCurationView_

S u m m a r y. This article briefly explains the «New Northern Policy» and «New Eastern Policy» and analyzes the International Arctic Station Snowflake, the first Arctic Council project in the world to be implemented by Russia above the Arctic Circle. Focusing on the «Project Snowflake», explores the point of contact between Korea and Russia, which is at an impasse, where the cooperation relationship can develop in a more realistic and easy direction, and Korean-Russian cooperation is predicted in a new direction.

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЛЯРНЫХ И ПРИПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Е.М. Киселева¹, О.В. Волобуева²

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

¹lizakiseleva01@mail.ru, ²ovvolobueva@rshu.ru

ANALYSIS OF THE TEMPERATURE REGIME OF THE POLAR AND SUBPOLAR REGIONS

E.M. Kiseleva¹, O.V. Volobueva¹

¹Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию температурного режима по данным метеостанций полярной области России. Рассмотрены отклонения от нормы температурных значений переходных сезонов. Найдены статистические зависимости. Проанализированы синоптические процессы, при которых отмечены отклонения.

Ключевые слова: климат, температура, отклонения, явления, исследования.

Введение

Арктика вносит значительный вклад в формирование климата на планете, является «пусковым механизмом» для процессов, протекающих в более южных широтах. Ее исследование – важная задача для современной науки, поскольку данный регион представляет из себя потенциально интересную область для развития деятельности человека.

По данным Росгидромета, в 2020 г. на территории Российской Федерации отмечалось 1000 опасных явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 97 явлений больше, чем в 2019 г., когда их количество составляло 903 [3]. Тенденция на увеличение ОЯ сохраняется и все последующие годы, такая тенденция ведет к климатическим изменениям, в частности температурного режима.

Цель данной работы заключается в анализе температурных аномалий полярных и приполярных регионов России.

Основные задачи – проанализировать отклонения от нормы температуры по данным метеостанций, исследовать синоптические процессы, приводящие к данным отклонениям, и выявить статистические зависимости.

Регион исследований, объекты и методы

Для анализа были выбраны четыре пункта: Мурманск (номер станции-22113), Диксон (20674), Тикси (21824) и Уэлен (25399) (рис. 1).

Мурманск, благодаря тёплому Северо-Атлантическому течению стал незамерзающим портом, что выгодно отличает его среди других северных портов России.

Следующий пунктом для исследования был выбран поселок Диксон, это самая северная обитаемая часть России. Район Диксона относится к арктическим пустыням, здесь климат намного суровее по сравнению с Мурманском.

По мере продвижения на восток выбор пал на поселок городского типа –

Тикси – самый северный порт России, называемый также «Морские ворота Якутии», является перевалочным при доставке грузов на материк.

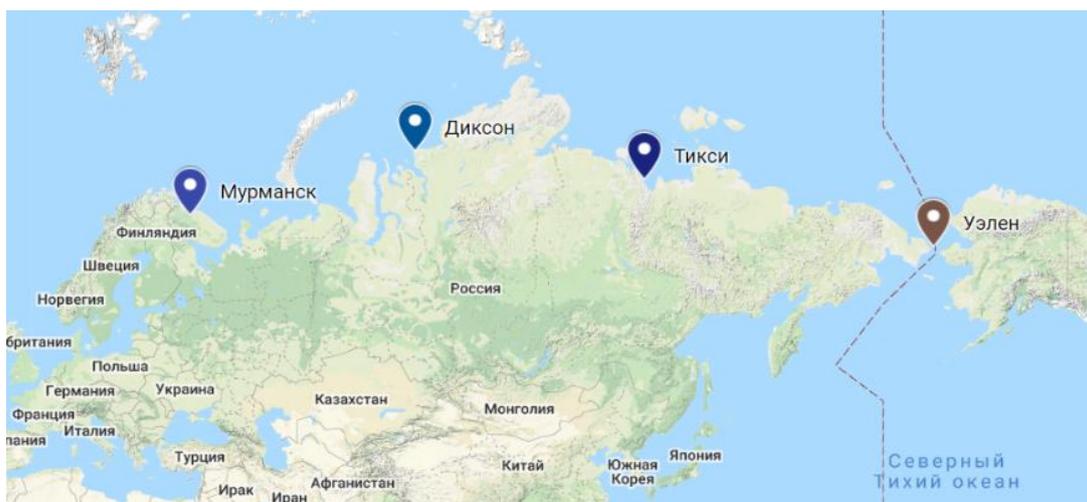


Рис. 1. Расположение выбранных для исследования пунктов наблюдения

Климат Тикси суровый, круглый год возможны заморозки. Полярная ночь в посёлке длится 67 суток, полярный день – 86 суток.

Последним для исследования был выбран пункт – село Уэлен, самый восточный населённый пункт России и Евразии, с тундровыми климатическими характеристиками.

Результаты и обсуждение

Для анализа хода температуры (рис. 2) использовались базы данных вышеперечисленных четырёх метеостанций [4].

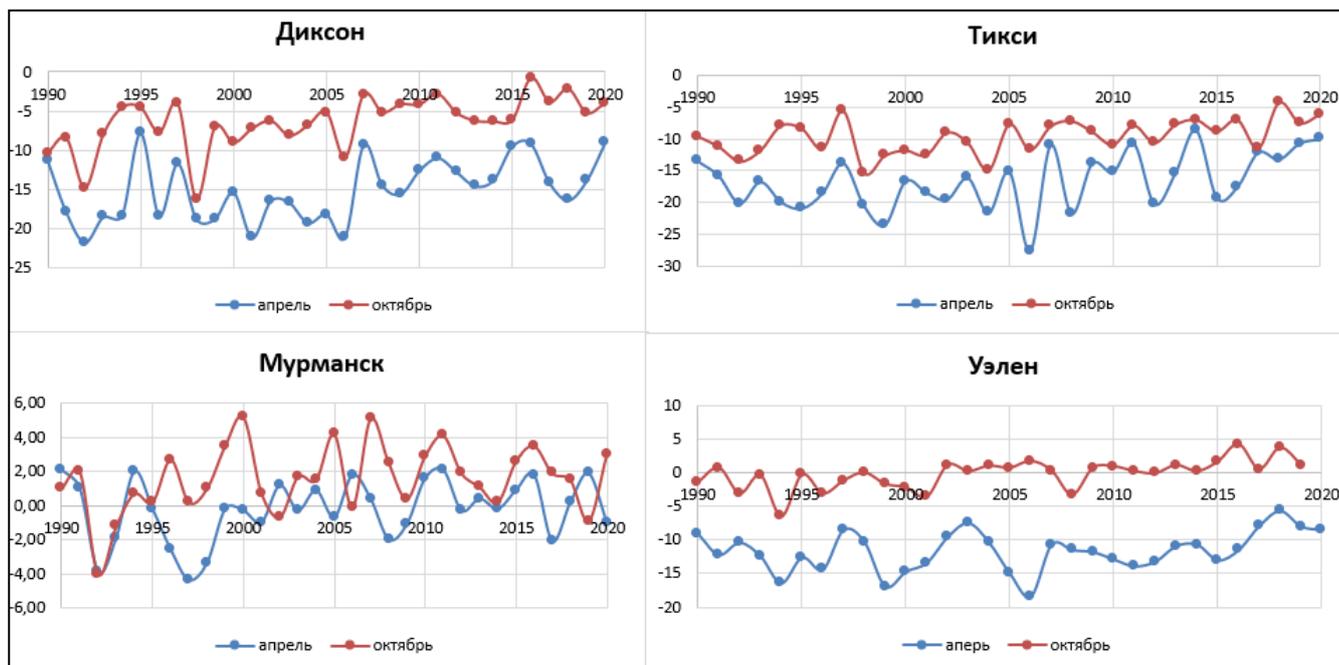


Рис. 2. Среднемесячный ход температуры апреля и октября за период 1990-2020 гг. по данным метеостанций

В таблице 1 представлены результаты расчетов температурных аномалий относительно климатических норм в переходные периоды (апрель и октябрь) по каждому исследуемому пункту наблюдений.

Среднее отклонение за месяц не превышает 1°C, месяц считается в пределах нормы. Месяц- холодный, если отклонение по модулю больше 1 и меньше 4°C. Если отклонение по модулю больше 4°C, то месяц очень холодным или очень теплым.

Климатическая норма Мурманска в апреле и октябре составила от -5 до 0°C, в Диксоне и Тикси в апреле и октябре также одинаковые средние климатические нормы от -15 до -20°C. В Уэлене в октябре от -10 до -15°C, а в ноябре от -5 до 0°C. В Диксоне от -15 до -20°C весной, а осенью от -10 до 15°C.

В ходе анализа было выявлено, что наиболее близкие значения к климатической норме наблюдаются в пункте Уэлен, а в Тикси, наоборот, наблюдаются резкие повышения температурных значений [1].

В ходе работы была выявлена тенденция наибольшего потепления в осенние месяцы (рис. 3), что доказывает тот факт, что наблюдается глобальное потепление и таяние ледниковых поверхностей.

Таблица 1. Среднемесячные отклонения температуры от климатической нормы

год	апрель				год	октябрь			
	Мурманск	Диксон	Тикси	Уэлен		Мурманск	Диксон	Тикси	Уэлен
1990	4,60	6,2	4	3,4	1990	3,5	2,1	7,9	1,1
1991	3,50	-0,4	1,7	0,3	1991	4,5	4	6,3	3,2
1992	-1,40	-4,3	-2,6	2,1	1992	-1,5	-2,4	4	-0,6
1993	0,60	-1	0,8	0,1	1993	1,3	4,5	5,7	2,1
1994	4,50	-0,9	-2,4	-3,9	1994	3,2	7,9	9,6	-4
1995	2,30	9,7	-3,4	-0,1	1995	2,7	7,9	9,1	2,2
1996	-0,10	-0,9	-1	-1,9	1996	5,2	4,7	6	-0,6
1997	-1,90	5,8	3,7	4	1997	2,7	8,4	11,9	1,3
1998	-0,90	-1,3	-3	2,2	1998	3,5	-3,8	2,2	2,5
1999	2,30	-1,3	-6	-4,4	1999	6	5,4	4,9	0,8
2000	2,20	2,1	0,9	-2,2	2000	7,7	3,4	5,7	0,3
2001	1,50	-3,7	-0,9	-0,9	2001	3,2	5,2	5	-1,1
2002	3,70	1	-2	2,9	2002	1,8	6,2	8,5	3,6
2003	2,20	0,8	1,4	5	2003	4,2	4,3	6,9	2,7
2004	3,40	-1,8	-4,1	2,1	2004	4	5,6	2,6	3,5
2005	1,80	-0,7	2,4	-2,5	2005	6,7	7,3	9,8	3,2
2006	4,30	-3,6	-10,1	-5,9	2006	2,4	1,5	5,8	4,2
2007	2,90	8,2	6,6	1,8	2007	7,6	9,6	9,5	2,8
2008	0,50	3	-4,2	1	2008	5	7,3	10,3	-0,8
2009	1,40	1,9	3,7	0,7	2009	2,9	8,3	8,6	3,2
2010	4,10	4,9	2,3	-0,4	2010	5,4	8,3	6,6	3,4
2011	4,60	6,5	6,8	-1,4	2011	6,6	9,6	9,6	2,7
2012	2,20	4,7	-2,7	-0,7	2012	4,4	7,2	6,9	2,4
2013	2,90	2,9	2,1	1,6	2013	3,6	6,2	9,7	3,6
2014	2,30	3,7	8,9	1,8	2014	2,7	6,1	10,5	2,7
2015	3,40	8	-1,7	-0,5	2015	5,1	6,3	8,7	4,1
2016	4,30	8,3	0	1	2016	6	11,7	10,5	6,7
2017	0,40	3,3	5,4	4,6	2017	4,4	8,6	6	3
2018	2,70	1,1	4,3	6,8	2018	4	10,3	13,2	6,2
2019	4,40	3,6	6,8	4,5	2019	1,6	7,2	10	3,6
2020	1,50	8,5	7,5	4	2020	5,5	8,5	11,4	2,5

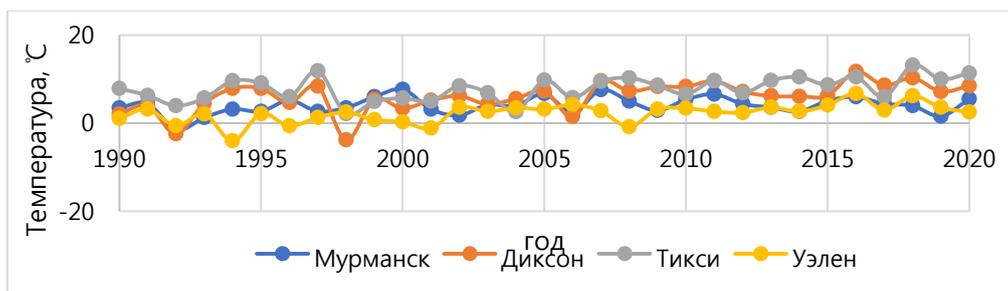


Рис. 3. Графики отклонений от среднемесячных климатических норм в октябре за период 1990-2020 гг.

Также были проведены статистические расчеты, которые подтвердили, что наибольшее потепление наблюдается в Тикси, а наиболее стабильный пункт по температурному режиму – Уэлен, расположенный на Дальнем Востоке России.

В Тикси средние фактические значения температуры составили $-16,7^{\circ}\text{C}$ в апреле и $-9,7^{\circ}\text{C}$ в октябре, при климатической норме в $-17,5^{\circ}\text{C}$. Асимметрия $-0,34$ и $-0,67$ за апрель и октябрь соответственно, т.е. основная масса значений температуры находится выше среднего, что также подтверждает наличие тенденции роста температуры.

Пункт Уэлен можно назвать наиболее близким по значениям к климатическим нормам. Незначительные отрицательные значения асимметрии $-0,2$ и эксцесса $-0,1$ в апреле, а также положительные значения в октябре $1,4$ и $1,7$ говорят о том, что значения температуры в основном находятся меньше среднего. Эксцесс в весенний период отрицательный, что характеризует собой относительно плоский ход температуры (рис. 4).

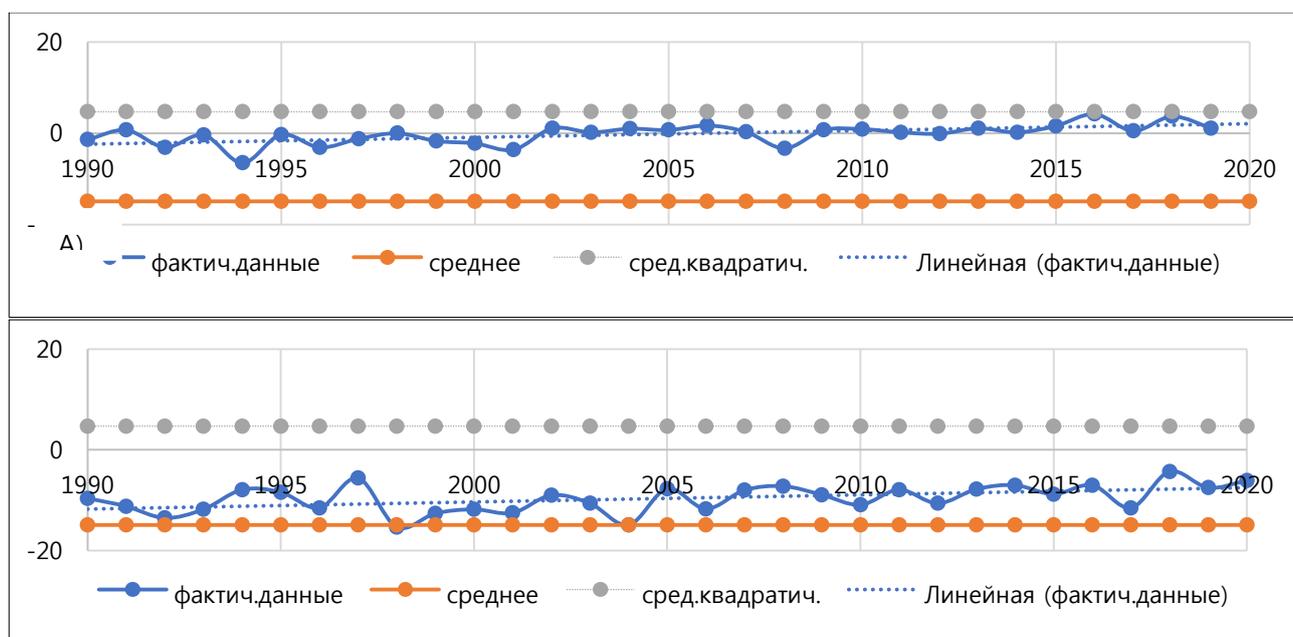


Рис. 4. Графики статистического анализа климатических норм за октябрь в период с 1990 по 2020гг. (А - Тикси, Б - Уэлен).

Наиболее ярко влияние климата и циркуляционных факторов на погодные условия на территории России прослеживается на примере 2018-2019 гг., которые, по данным Гидрометцентра России, входит в тройку наиболее беспокойных лет наряду с 2012 г. и с 2007 г. Были сделаны предположения о том, что и в полярных областях наблюдалась такая же тенденция.

Мировой океан, который можно назвать основой изменения погоды и климата в целом, на большей части акватории Северного полушария был теплее по сравнению со средними многолетними данными [2]. Особенно высокой была температура поверхности океана в среднем течении Гольфстрима. Повышенное тепло- и влагосодержание над океанами сопровождалось увеличением годовых сумм атмосферных осадков и увеличением повторяемости опасных явлений погоды.

Внезапное стратосферное потепление, которое наблюдалось в полярных широтах Северного полушария в октябре 2018 г. послужило началом к глобальной перестройке атмосферной циркуляции.

Проанализировав среднемесячные значения октября, было выявлено, что барическое образование, а именно - циклон, образовавшийся в 2018 году в полярных областях, продолжил свое продвижение юго-восточнее в сторону Сибири, где 2018 г. стал аномально теплым за последние десять лет.

Анализ приземных и высотных карт октября 2018 г. подтверждает предположение образования антициклона в полярных широтах (рис. 5).

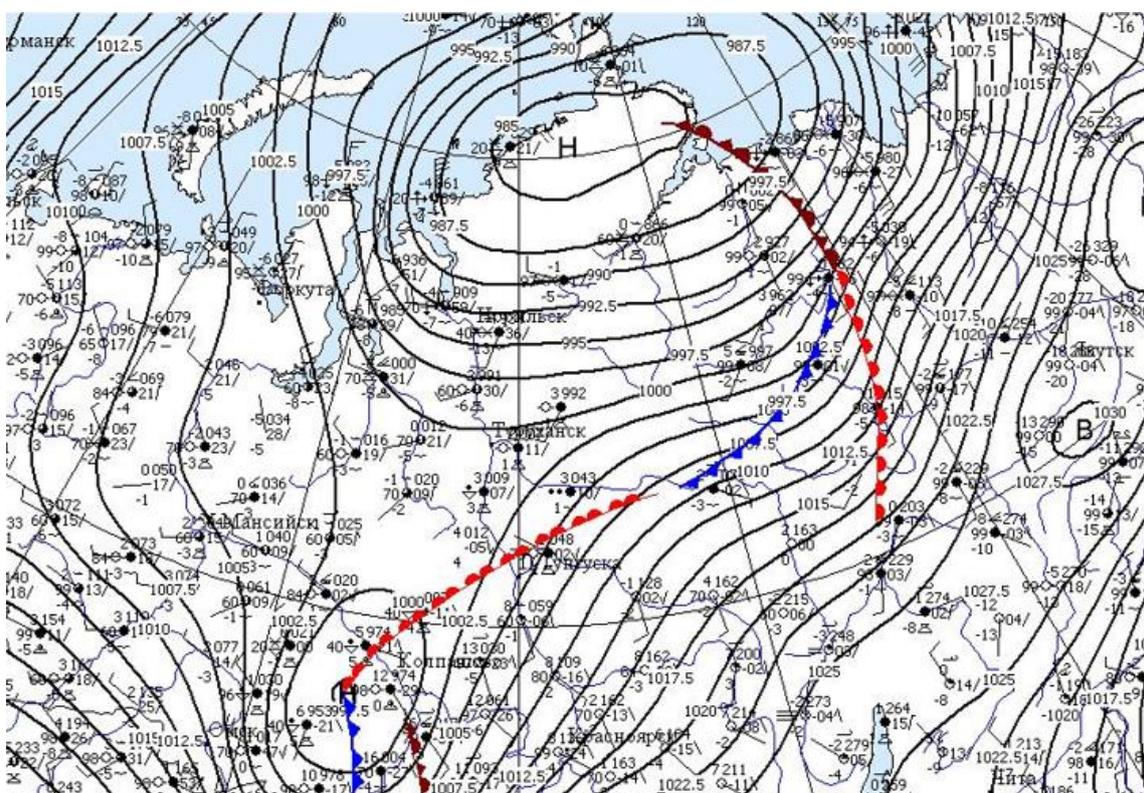


Рис. 5. Приземная карта погоды за 28.10.2018 г.

Выводы

Одной из причин аномального развития погодных условий - формы циркуляции, в частности преобладание блокирующих процессов, что, в свою очередь было связано с аномальным нагревом поверхности океана, которое наблюдалось на севере Атлантики и Тихого океана, т. е. в тех районах, где активно зарождаются циклоны [4].

Было установлено, что начиная с 2007г. наблюдается значительное и стабильное глобальное потепление. В свою очередь на Дальнем Востоке наблюдаются относительно стабильные температурные колебания, в следствие чего термин «глобальное потепление» стало приобретать локальный характер.

Литература

- [1] *Киселева Е.М., Волобуева О.В.* Исследование температурных аномалий полярных областей. - Тезисы IV Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России». Иркутск, 24-26 ноября 2021 г. С. 405-411.
- [2] *Латышева И.В., Лощенко К.А., Шахаева Е.В., Сметанин Г.С.* Аномальные погодные явления в г. Иркутске в 2013/2014 гг. – Изв. Иркутского государственного ун-та. Серия: Науки о Земле, 2014, Т. 7, с. 84-99.
- [4] <http://www.igce.ru/> – URL: <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/>
- [5] <http://meteo.ru/> – URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>

S u m m a r y. This work is devoted to the study of the temperature regime according to the data of meteorological stations of the polar region of Russia. Deviations from the norm of temperature values of transitional seasons are considered. Statistical dependences are found. Synoptic processes are analyzed, in which deviations are noted.

ПРИРОДНЫЕ И КУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТНОСОВ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Е.М. Коростелев¹, Л.О. Зелюткина²

¹*Сочинский государственный университет*

²*Российский государственный университет им. А.И. Герцена*

NATURAL AND CULTURAL FEATURES OF THE ETHNOS IN THE ARCTIC REGION

E.M. Korostelev¹, L.O. Zelyutkina²

¹*Sochi State University*

²*Russian State University A.I. Herzen*

Аннотация. Рассматриваются культурные особенности народов Севера России, как результата адаптации к условиям природной среды. В условиях глобальных вызовов целесообразно изучить гармоничную форму взаимодействия человека с окружающей средой как вариант устойчивого развития.

Ключевые слова: Арктический регион, культурный ландшафт, обряды, этнос.

Введение

Арктическое побережье Северного-Ледовитого океана, как свидетельствуют археологические исследования, было населено с глубокой древности. На территории скандинавских стран уже в IX-VIII тыс. до н.э. существовала культура охотников и рыболовов, культура эскимосов на побережье Берингова моря и Гренландии сложилась около V-VI тыс. до н.э., формирование культуры чукчей относят к периоду палеолита. Освоение арктических территорий произошло в верхнем палеолите. В этот период человек приспособился к северным условиям, и система адаптации стала более соответствовать современному человеку.

Регион и методы исследования

Коренные народы Арктики относят к двум основным хозяйственно-культурным типам: осёдлые и полуосёдлые морские охотники (азиатские эскимосы, «береговые» чукчи, коряки и кереки) и кочевые оленеводы зоны тундры и лесотундры (саами, ненцы, коми-ижемцы, северные ханты, северные селькупы, энцы, нганасаны, долганы, северные якуты, северные эвенки, эвены, северные юкагиры, чуванцы, чукчи, коряки). Также к жителям арктического региона в России можно отнести группы русских старожилов (поморы, марковцы, гижигинцы), т.н. субэтнические группы русского населения, в основном это охотники и рыболовы тундры и лесотундры [7].

Обсуждение результатов

Коренные народы объединяют формы традиционного природопользования, адаптированные к суровым условиям Севера, малая численность (семнадцать из двадцати шести этих народов насчитывают менее 1500 человек), современное расселение на землях предков.

Хозяйство, материальная и духовная культура, уклад жизни, мировоззрение, антропологические типы аборигенов Арктики – результат их

длительной эволюции и адаптации к экстремальной среде региона [3].

Многочисленные этнографические, биологические, экологические, медицинские исследования показали, что в условиях Арктики, у многих народов Севера были созданы и сохранились в значительной степени оригинальные системы адаптации к неблагоприятным условиям (рис. 1).



Рис. 1. Быт сезонных кочевий долганских оленеводов на п-ове Таймыр [11].

При этом, современные ученые считают, что успешное естественно–историческое освоение суровых северных территорий возможно, если в популяции имеется не менее 40-50% детей, а доля людей старше пятидесяти не более десяти процентов, что и соответствовало у кочевых народов Севера [1]. Учёные, предлагают называть арктическую цивилизацию «экологической». Арктическая экологическая цивилизация – гармонично встроенная в экосферу Арктики и Субарктики цивилизация охотников, рыболовов и оленеводов, сформировавшаяся на протяжении плейстоцена и голоцена в тундровой и лесотундровой зоне. Становление этой цивилизации уходит корнями в плейстоцен и наверно, связано с освоением фаунистического комплекса – мамонтовой фауны. Древние охотники за мамонтами создали своеобразную технику охоты, технологию переработки мяса, шкур и костей крупных млекопитающих - об этом мы знаем по археологическим материалам. Жители

древней Арктики были уже по-настоящему цивилизованными людьми: они создали своеобразное искусство живописи, танца, фольклор, систему философско-мистических верований.

Обрядовая культура и мировоззрение тесно взаимосвязаны. Наиболее развита обрядовая культура у народов, ведущих кочевой образ жизни и живущих в тесной взаимосвязи с природной средой. Кочевание, точнее крупностадное оленеводство, возникло в евразийской тундре сравнительно недавно, на рубеже XVIII-XIX вв., - При этом новый тип хозяйства и связанный с ним новый образ жизни представляли серьезный прогресс, так как было более эффективное использование биологической емкости осваиваемых тундровых ландшафтов.

Любым оленеводом кочевание с оленями воспринималось как благо, счастье, а потеря оленей и вынужденный переход на оседлый образ жизни - как большое несчастье. Обедневшие, разорившиеся оленеводы расценивались всеми и прежде всего ими самими как парии. У чукчей назывались «рамагтагратыльыт» (спустившиеся с жилищами к берегу моря, что носило пренебрежительный оттенок) и оседали на окраинах поселений береговых чукчей в ярангах, которые, постепенно ветшая, принимали вид землянок, покрытых оленьими и моржовыми шкурами [6]. Аналогичное отношение к оседанию наблюдалось в прошлом у всех народов Севера без исключения: эвенков, коряков, саамов и ненцев. У ненцев оседлый оленевод назывался «ядой» – нищий. Только нужда и голод заставляли «едомских самоедов», так их называли русские, забыть об оленях и строить избы и оседать в них.

Если же под культурным влиянием соседних оседлых народов происходило оседание, то оно уже было не в тундре, а в тех ландшафтах, где возможно существование оседлых культур. Для народностей Севера такими соседями были в основном русские, освоившие поймы северных рек (в европейской части зоны еще и коми-зыряне, расселившиеся по притокам Печоры). Оседание в этих случаях означало озырянивание или полное обрусение [5].

Однако в середине прошлого столетия была выдвинута: Концепция преодоления культурно-экономической отсталости, которая еще 30-40 лет назад ни у кого не вызывала возражений. Многолетний опыт ее реализации и результаты разносторонних научных исследований демографической и социальной активности народов Севера вскрыли несостоятельность ее частных положений и общие методологические слабости. Самым тяжелым последствием оказался перевод кочевых народов на оседлость и выезд детей оленеводов в школы-интернаты. Даже перевод таежных охотников на оседлость привел к сокращению осваиваемого промыслового ареала и, что еще важнее, включил механизм сигнальной дезадаптации, разрушающий преемственность между поколениями, вот почему резко сократилось число профессиональных охотников среди народов Севера, уменьшилось количество занятых в морском зверобойном промысле. «Политика перевода на оседлость ведет к разрушению традиционного хозяйственного комплекса, а с ним и к растворению коренного

населения» [4]. Оторванные от традиционных отраслей хозяйства, прошедшие через выравнивающую систему всеобщего образования, представители коренных северных народов попадают либо в разряд работников умственного труда (до 27% занятых у нанайцев), либо оседают на центральных усадьбах и в городских поселениях на низкооплачиваемых должностях, высокой квалификации не требующих. Происходит разрыв между поколениями в знаниях традиций. При СССР, например, традиционные праздники считались пережитком прошлого и не проводились официально, однако кое-какие формы этих празднеств все же продолжали жить нелегально и поддерживали духовный опыт жизни народов Севера, передаваясь новому поколению. В связи с изменениями в России в конце прошлого столетия, накопленный духовный опыт и фольклорное наследие, как и другие формы традиционной культуры, становятся более востребованными и считаются в среде кочевников тундры и тайги одним из наиболее ценных достояний народной культуры и традиций [10].

Обрядность не смогли уничтожить ни запреты, ни урбанизация, ни растущий образовательный уровень, ни просветительская работа. Тяготение к традиционному типу жизни и хозяйствования остается, и большинство северян считают, что должны быть их основным занятием именно охота, оленеводство или рыболовство. Являющейся духовным опытом жизни, адаптивные свойства национальной культуры, оказались сильнее, чем предполагали. Возрожденные праздники Икэнипкэ, Эвинэк, ныне ежегодно проводятся в различных регионах Сибири и Дальнего Востока. Они мало отличаются от древних праздников – основу праздника составляют коллективные обрядовые действия, направленные уже теперь на «добывание удачи» [2]. Традиционная обрядовая культура аборигенных народов Севера, сформировавшаяся на основе длительного исторического опыта способна проявлять определенные адаптивные свойства, несколько трансформируясь в результате воздействия объективных условий. При этом, обряды не перестают выполнять свои основные функции – сохранение духовного своеобразия этноса и обеспечение закономерных правил поведения внутри общества. Известно, что организм у народов Севера выработал ряд специфических видов адаптации к полярным условиям, не снижающих, а повышающих его резистентность. Таковы особенности дыхания (удлиненная фаза выдоха и укороченный вдох), поглощения кислорода (оно выше, чем у приезжего русского населения), выделения углекислого газа (ниже), системы пищеварения, органов зрения и др. [9]. Это позволило развить чуткие навыки северных народов. Ухо эвенка и эвена, чукчи и юкагира способно отличить очень многотональные различные звуки, например звуки животных в лесу, или издаваемые горящим костром и соответственно их интерпретировать.

У Арктических этносов очень древняя история мировоззрения и обрядовых действий, основанных на серьезном наблюдении за природой, в соответствии с ландшафтами проживания. У тундровых народов с выраженной оленеводческой культурой, основным объектом для обрядовых действий естественным образом являлся олень. А фигура лося присутствует в мировоззрении таежных охотников на протяжении многих тысяч лет, начиная с

неолита, о чем свидетельствуют материалы отечественных археологов и исследователей истории Сибири. Культ медведя и связанные с ним формы особого обрядового поведения встречаются практически у всех народов Сибири. Лесные народы-кочевники всегда относились к этому зверю с должным уважением, основанным на тысячелетней истории совместного сосуществования в природных условиях [2].

Кочевая жизнь в тайге и тундре требовала, в первую очередь, установления правильных взаимоотношений с природой, определенных правил и запретов (табу). Большинство запретов в своей основе имеют практический жизненный опыт. Беременным женщинам нельзя есть сырую рыбу и мясо, категорически запрещается употреблять в пищу медвежатину, чтобы не заболеть во время беременности трихинеллезом и др. инвазиями. Маленьким детям запрещалось есть карася, щуку, чтобы не заболел живот, иногда по той же причине, иногда из-за мелких костей рыб. Перечисленные запреты исходят из рационального опыта и заключаются в стремлении сохранить здоровье роженицы и маленьких детей. У эвенков, эвенов, юкагиров и других народов Сибири во время варки нельзя пробовать пищу из поварешки, а также есть из общего котла. Поясняя запрет, эвенки говорят – «душа будет плакать». Практическое объяснение также заключается в необходимости соблюдения санитарных норм – чтобы не занести возможную индивидуальную инфекцию в общую пищу. Приведем распространенный у многих народов запрет для женщин в отношении охотничьей одежды, снаряжения и оружия мужчины. Считается, что в случае нарушения этого запрета охотничья удача отвернется от добытчика. Суть – нельзя, чтобы на охотничьей одежде мужчины оставался запах женщины, как главного носителя посторонних для тайги «домашних» запахов, это будет отпугивать потенциальную добычу. В повседневной жизни оленеводческих народов, для разжигания дымокура (против москитов) категорически нельзя использовать сосну, ольху и другие древесные породы, кроме лиственницы. Сосна и ольха при горении выделяют массу смолистых веществ, способствующих быстрому развитию заболеваний глаз (катаракта). Нельзя касаться рогов оленя голыми руками. Народное объяснение запрета полностью объясняет его причину – «мухи личинки отложат», т.к. с весны до лета рога оленя идут в рост и состоят в это время из мягкой шерстистой оболочки, заполненной жидкой субстанцией на основе крови (панты). Человек, касаясь рогов, может оставить на ней свой запах, который привлекает мух или даже повредить оболочку. Большая часть обрядовых традиций имеют древние корни, сохранившиеся в первоначальном или немного изменённом состоянии до настоящего времени. В традиционной среде народов Севера обрядовый фольклор обладает выраженной инклюзивностью – он тесно связан с хозяйственной жизнью, бытом, традиционным мировоззрением и этническим многообразием – это подтверждает искусство, исторический опыт и научные знания [2].

Выводы

Применительно к арктическим народам следует добавить, что подобно другим природным сообществам вся их культура жизнеобеспечения базируется на мощном пласте религиозных верований и морально-этических принципов, признающих человека частью природы. В какой-то мере этот феномен раскрывается в концепции гомеостаза северных популяций с «кормящим ландшафтом», разработанной петербургским ученым К.П. Ивановым, еще в 90х годах прошлого столетия, но, несомненно, имеющий реальные подтверждения и на сегодняшний день.

Литература

- [1] *Алексеев В.П.* Очерки экологии человека. М., 1993. 191 с.
- [2] *Варламов А.Н.* Обрядовая культура народов Севера как исторический опыт. 2010 Режим доступа: <http://www.sivir.ru>
- [3] Доисторическое освоение Арктики. Географические аспекты: научное издание / Ал.А. Григорьев. - Санкт-Петербург: Астерион, 2018.
- [4] *Донской Ф.С.* Социально-экономические и демографические проблемы завершения перевода кочевого населения Севера на оседлый образ жизни // Апатиты. 1985.
- [5] *Иванов К.П.* Проблемы этнической географии. Малочисленные народы Севера //СПб, 1998
- [6] История и культура чукчей / Под ред. А.И. Крушанова. Л., 1987.
- [7] *Коростелев Е.М., Зелюткина Л.О., Севастьянов Д.В.* Древние волокнистые материалы – уникальные памятники освоения севера // Природа. 2014. № 4
- [8] Наследие Северо-запада России / Григорьев Ал.А., Паранина А.Н. и др. Санкт-Петербург: Астерион, 2013.
- [9] *Орехов К.В.* Медико-биологические проблемы здоровья народностей Севера // Проблемы современного социального развития народностей Севера. Новосибирск, 1987.
- [10] Природное и культурное наследие Арктики // по материалам научно-практической конференции ноября 2016 г. Санкт-Петербург 2016 отв. редакторы: В.В. Лаптев, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина
- [11] <https://avdeevablog.wordpress.com/2013/11/29>

S u m m a r y. The cultural peculiarities of the peoples of the North of Russia are considered as a result of adaptation to the conditions of the natural environment. In the context of global challenges, it is advisable to study the harmonious form of human interaction with the environment as a sustainable development option.

БИОГЕХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ОЗЕР В АРКТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЫБ ВОДОЕМОВ ГОРОДА МУРМАНСКА)

З.И. Слуковский, П.М. Терентьев

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН,
г. Апатиты, z.slukovskiy@ksc.ru*

BIOGEOCHEMICAL ASPECTS OF POLLUTION OF SMALL URBAN LAKES IN ARCTIC (ON EXAMPLE OF STUDY OF WATERBODIES OF THE CITY OF MURMANSK)

Z.I. Slukovskii, P.M. Terentiev

Institute of the North Industrial Ecology Problems of Kola Science Center of RAS, Apatity

Аннотация. Исследование накопления загрязняющих веществ в разных компонентах водных экосистем – важная составляющая в комплексных эколого-геохимических исследованиях антропогенно нарушенных территорий. В статье приводятся первые данные по уровню накопления тяжелых металлов в органах и тканях рыб озер г. Мурманска. Полученные данным могут стать основой для принятия важных управленческих решений, от которых зависит безопасность и комфорт окружающей среды в Арктике.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение, городские озера, Арктика.

Введение

Рыбы широко используются в качестве индикаторов состояния экосистем, в том числе, при оценке уровня антропогенной нагрузки [2]. Интенсивность накопления в органах и тканях рыб тех или иных элементов, наряду с анализом вод и донных отложений, может быть использована как интегральный показатель загрязнения водоема. Для Мурманской области основными загрязняющими веществами, в силу специфики функционирования горнорудной промышленности, являются тяжелые металлы (ТМ), приоритетными из которых являются Cu, Ni, Mn, Sr, Co, Cr, Cd, Pb. Актуальной задачей также является выявление закономерностей антропогенной нагрузки на небольшие городские водоемы, связанной с воздействием локальных источников [8]. В частности, основными источниками загрязнения территории города Мурманска являются выбросы Мурманской ТЭЦ, автотранспорта, работа Мурманского морского порта и др. [6]. При этом, большой интерес представляет изучение особенностей аккумуляирования в гидробионтах и абиотической составляющей таких элементов как V, Mo, Sb и W. Целью работы раздела является анализ особенностей накопления указанных элементов в органах рыб озер, расположенных в городской черте г. Мурманска.

Объекты и методы исследования

Полевые исследования проводились в 2020 и 2021 годах на территории г. Мурманска. Была изучена ихтиофауна озер арктического города. В частности, выявлено, что в озере Семеновском встречаются речной окунь (семейство *Percidae*) и щука (семейство *Esocidae*), а в озере Окуновом – только речной окунь. В обоих городских водоемах доминировали рыбы возрастом от 3+ до 5+

лет [1]. Карту расположения указанных озер и описание их можно найти в ранних работах авторов, например тут [8].

Для проведения химического анализа было отобрано по 10 экземпляров окуня и щуки из оз. Семеновское и 10 экземпляров окуня из оз. Окунево (оба водоема находятся в центральной части г. Мурманска). Основное внимание уделено оценке накопления в рыбах Cu, Ni, Mn, Zn, Sr, Co, Cr, Cd, Pb, V, Mo, Sb и W. Валовое содержание V, Ni, Cu, Zn, Co, Pb, Sn, Sb, Mo, W, Sr, Mn, Cr и Cd в печени, почках, скелете, жабрах и мышцах рыб определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой после микроволнового разложения. Каждый образец ткани рыбы сушили до постоянной массы при 105 °С. Навески сухих проб составляли 10-100 мг для почек, 50-300 мг для печени, скелета, мышц и жабр. Ткани рыб разлагали в системе микроволнового разложения «MASTER-16» (SINEO, КНР) и в системе «MWS 4» (Berghoff, Германия). Более подробная методика будет представлена в полноценной статье, которая готовится авторами к выпуску в 2022 году.

Результаты и обсуждение

Ранее опубликованные исследования химического состава воды и донных отложений озер г. Мурманска показали, что озера Семеновское и Окунево испытывают существенную антропогенную нагрузку [7, 8]. Повышенные по отношению к кларку и фону региона концентрации ТМ установлены в самых верхних слоях современных осадков обоих водоемов. На рисунке 1 видна динамика увеличения концентраций большинства ТМ от нижних (фоновых) к верхним (загрязненным) слоям донных отложений озера Семеновского. Ключевую роль в загрязнении озера играют выбросы мазутных котельных, ТЭЦ и угольного порта.

Анализ химического состава органов и тканей рыб озер г. Мурманска показал, что для органов-мишеней (печень, почки, жабры), где металлы накапливаются интенсивнее, характерны более высокие содержания в организме окуня (Ni, Mn, Pb, Cr, V, Sb – оз. Семеновское), (Co, Mo, Cd, W, Sr – оз. Окунево). Содержание Cu (печень) и Zn (почки) были выше у щук озера Семеновского. Для примера приведем полное описание накопления Cu в рыбах изученных озер. Отмечается, что величина накопления этого ТМ в органах и тканях рыб снижалась в последовательности: печень > почки > жабры > скелет > мышцы. Наиболее высокое содержание Cu в печени и почках у щук озера Семеновского достигало 22.36 и 7,26 мкг/г сухого веса, соответственно, окуня – 10.65 и 17.19 мкг/г. У окуня озера Окунево аналогичные показатели составляли 14.63 и 5.41 мкг/г сухого веса. Среднее содержание Cu в жабрах окуня исследованных озер составляло 1.89-2.44 мкг/г, а у щуки – 1.71 мкг/г сухого веса. Наиболее низкие показатели накопления ТМ у рыб отмечены в костной и мышечной ткани. В скелете и мышцах окуня и щуки содержание меди в среднем варьировало в пределах 0.7-1.1 мкг/г. Уровень накопления Cu в органах-мишенях (где накопление металла максимально) окуня и щуки (печень и почки) в целом сопоставим с наиболее интенсивно загрязняемым водоемом

региона – оз. Куэтсъярви [4]. Следует отметить, что для печени и почек не выявлено строгой межвидовой и пространственной закономерности аккумуляирования Cu. В печени содержание Cu было выше у щуки оз. Семеновское. Более высокие концентрации металла в почках отмечены у окуня озера Семеновского, что обусловлено присутствием отдельных экземпляров с повышенным по сравнению с остальной выборкой содержанием меди (рис. 2).

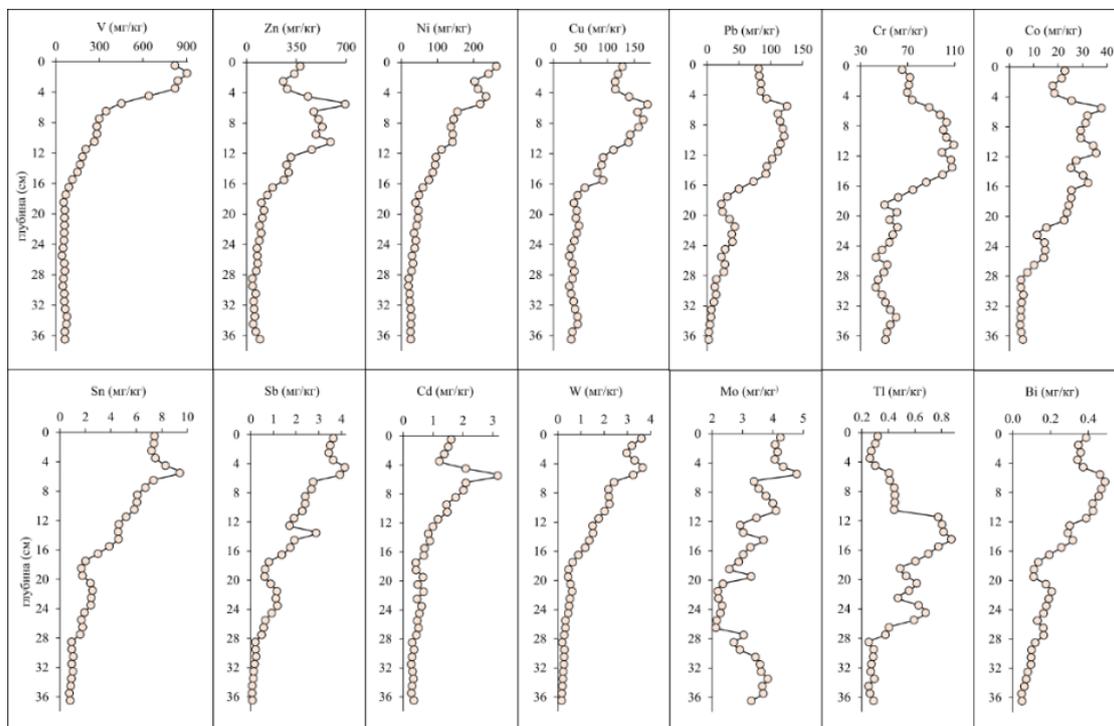


Рис. 1. Вертикальное распределение концентраций ТМ в отложениях озера Семеновского (Мурманск).

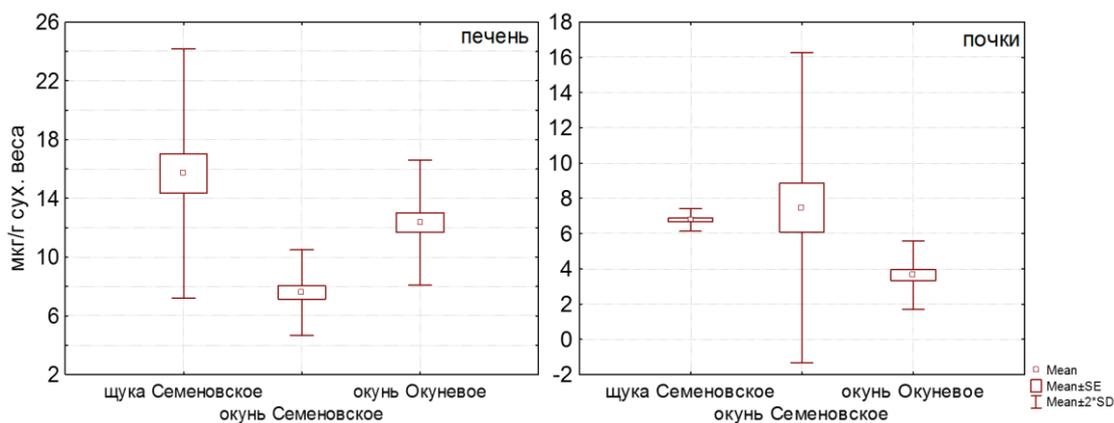


Рис. 2. Содержание меди в печени и почках рыб озер Семеновском и Окуновом.

Объяснением всех выявленных закономерностей, по-видимому, являются особенности биологических обменных процессов у представителей окуневых. Кроме того, большое роль играет тип питания. У окуня исследованных озер он имеет преимущественно смешанный характер. Важным аспектом является и то, что в рационе окуневых видов рыб нередко доминируют организмы бентоса.

Несмотря на меньшие размерно-весовые показатели и темпы роста окуня озера Окуневого, по сравнению с озером Семеновским, в данном водоеме отмечены более высокие уровни накопления ряда элементов. Очевидно, при существующем уровне нагрузки у особей, обладающих более низким темпом роста, снижена и скорость обменных процессов, что в конечном итоге приводит к усилению аккумуляции металлов в организме. Вместе с тем, и для озера Семеновского характерно более интенсивное накопление Ni, Mn, Pb, Cr, V и Sb в органах-мишенях окуня, обусловленное влиянием деятельности ТЭЦ и морского порта. Значительный уровень содержания в организмах рыб V также может быть обусловлена влиянием Мурманской ТЭЦ. По ряду элементов, в частности для Cr, Ni, Sb отмечаются значительно более высокие содержания в костной ткани окуня, обитающего в городской черте г. Петрозаводска [3].

Величина биологической аккумуляции металлов, представленная как отношение содержания элемента в органе рыбы к ее содержанию в верхних слоях донных отложений, может быть использована для оценки антропогенной нагрузки на водоем [5]. Анализ показал, что в зависимости от конкретного органа рыб интенсивность биологического накопления металлов в организме существенно различается. В мышечной ткани наиболее высокие значения коэффициента биологического накопления отмечены для Zn, Cr и Cu (рис. 3). Это связано с более высокой степенью аккумуляции элементов в мышцах рыб. Для остальных металлов величины рассматриваемого коэффициента были ниже, но находились в достаточно широком диапазоне (0.004-0.07).

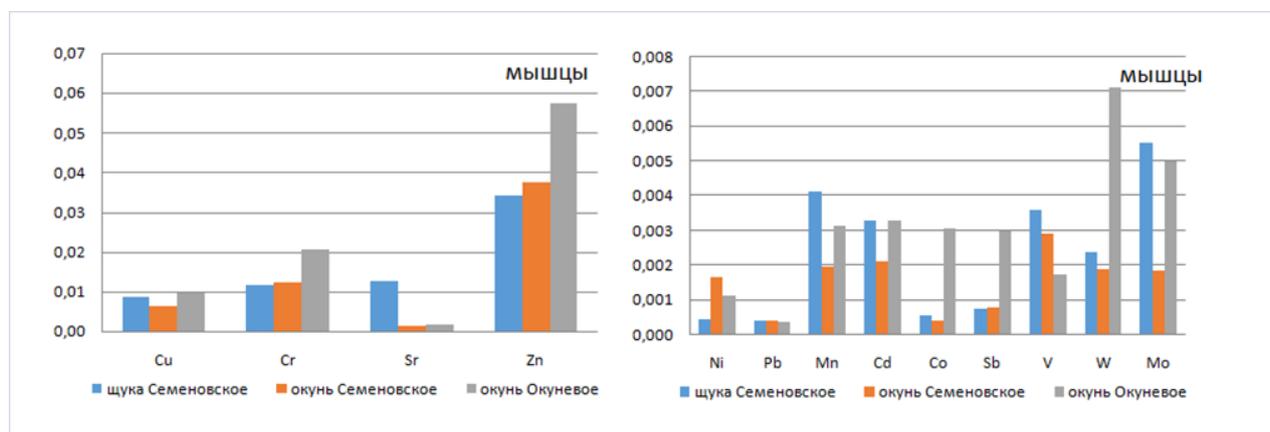


Рис. 3. Величина коэффициента биологического накопления элементов в мышцах рыб исследованных водоемов (на основе содержания металлов в верхнем слое донных отложений [6]).

Необходимо отметить, что накопление рассматриваемых металлов в мышечной ткани рыб находится на значительно меньших уровнях по сравнению с органами-мишенями. Принимая во внимание, что выработка нормативов содержания загрязняющих веществ в продуктах питания (включая рыб) формируется на основе аккумуляции в мышечной ткани, можно судить о том, что накопление металлов в мышцах окуня и щуки рассматриваемых озер не превышают действующих ПДК. Тем не менее, полученные материалы могут служить основой для разработки региональных

нормативов (в условиях Арктики) содержания загрязняющих веществ в организмах рыб, потенциально используемых в пищевом рационе, поскольку для целого ряда элементов подобных исследований ранее не проводилось.

Благодарности

Авторы выражают благодарность аналитикам ИППЭС КНЦ РАН И.Р. Елизаровой, Д.С. Бернадской и М.Б. Малышевой. Работа поддержана из средств гранта РФФ № 19-77-10007.

Литература

- [1] *Зубова Е.М., Терентьев П.М., Постнова С.В.* Новые данные о видовом составе и биологических характеристиках рыб озер г. Мурманск // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2021. № 18. С. 183-187.
- [2] *Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А.* Биогеохимия кадмия: антропогенное рассеивание, биоаккумуляция и экотоксичность // Геохимия. 2018. №8. С.759-773.
- [3] *Новицкий Д.Г., Ильмаст Н.В., Слуковский З.И., Суховская И.В.* Биогеохимические аспекты загрязнения водоемов урбанизированных территорий в республике Карелия на примере окуня (*Perca fluviatilis*) // Ученые записки Петрозаводского гос. университета. 2018. № 3 (172). С. 42-51.
- [4] *Терентьев П.М., Зубова Е.М., Кашулин Н.А., Королева И.М.* Особенности накопления тяжелых металлов в рыбах малых озер Зеленого пояса Фенноскандии (на территории Мурманской области) // Труды КарНЦ РАН. 2019. № 5. С. 39-55.
- [5] *Demirak A., Keskin F., Silm M., Özdemir M., Yıldız D., Bernotas P., Öglü B.* Bioaccumulation and health risk assessment of heavy metals in European eels taken from Lakes Köyceğiz (Turkey) and Võrtsjärv (Estonia) // Environmental Science and Pollution Research. 2021.
- [6] *Guzeva A., Slukovskii Z., Dauvalter V., Denisov D.* Trace element fractions in sediments of urbanised lakes of the arctic zone of Russia // Environmental Monitoring and Assessment. 2021. Vol. 193(6). P. 1-18.
- [7] *Postevaya M.A., Slukovskii Z.I., Dauvalter V.A., Bernadskaya D.S.* Estimation of Heavy Metal Concentrations in the Water of Urban Lakes in the Russian Arctic (Murmansk) // Water. 2021. № 13 (3267).
- [8] *Slukovskii Z., Dauvalter V., Guzeva A., Denisov D., Cherepanov A., Siroezhko E.* The hydrochemistry and recent sediment geochemistry of small lakes of Murmansk, Arctic Zone of Russia // Water. 2020. № 12 (1130).

S u m m a r y. The study of the accumulation of pollutants in different components of aquatic ecosystems is an important component in the complex ecological and geochemical studies of anthropogenically disturbed territories. The article presents the first data on the level of accumulation of heavy metals in the organs and tissues of fish from lakes in Murmansk. The data obtained can become the basis for making important management decisions that affect the safety and comfort of the environment in the Arctic.

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КОРЕЯ ПО ОСВОЕНИЮ АРКТИКИ

А.И. Шадрин

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk,
shadrin18061@yandex.ru*

SCIENTIFIC SUPPORT FOR STUDYING INTERACTION BETWEEN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF KOREA IN THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC

A.I. Shadrin

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk

Аннотация. Актуальность поставленной проблемы определяется необходимостью изучения освоения арктического пространства в Республике Корея. Использована группа теоретических методов, связанных с проведенным анализом. На примере университета Пай Чай рассмотрены направления взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по данному вопросу. Приведены новые научные данные о направлениях научных исследований корейских ученых.

Ключевые слова: научное обеспечение, Российская Арктика, Республика Корея.

Введение

Актуальность поставленной проблемы определяется потребностью в изучении научно-технического, образовательного и инновационного потенциала Республики Корея. В предшествующий период не было специальных исследований по изучению взаимодействия научного, образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея в целях освоения российской Арктики. Следовательно, существует объективная необходимость подготовки материалов, определяющих научные основы изучения комплексного освоения Арктики. В отечественных и зарубежных исследованиях образования, науки и их применении на практике в должной мере не рассматриваются вопросы создания новых интегрированных структур, адекватно отражающих взаимодействие научного, образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея в данном вопросе.

Изучение образования и науки является одной из важнейших задач социально-экономической (общественной) географии на новом этапе развития и пространственной организации производительных сил. Построение экономики, ориентированной на инновационный тип развития, предполагает наличие развитой национальной инновационной системы стран и регионов. В последнее время решающее значение приобретает интеграция науки, образования и производства, проявляющаяся в создании новых прогрессивных форм их взаимодействия [1].

В Республике Корея имеется богатый опыт использования научного, образовательного и инновационного потенциала в различных отраслях и сферах деятельности, в том числе с использованием потенциала других стран. В этом плане взаимодействие Российской Федерации и Республики Корея может быть

плодотворным и результативным.

Считается, что Республика Корея также признана в качестве будущего драйвера развития Арктики. В республике появляется и реализуется ряд достижений (особенно в судостроении и логистике), необходимых для систематического и всестороннего исследования и освоения Арктики. Поэтому сотрудничество Российской Федерации и Республики Корея в данном вопросе является жизненно важным и необходимым. Причины, по которым корейская экономика достигла значительного роста, состоит в том, что она превратилась в постиндустриальную вследствие проведения политики новой индустриализации, проводимой правительством Республики Корея.

Корейские ученые занялись арктическими исследованиями с 2008 года, когда Республика Корея присоединилась к Арктическому совету. Причины этого внимания заключаются в том, что Республика Корея не имеет территориальной юрисдикции в Арктике, но в недалеком будущем откроется арктический маршрут, и Корея, как и другие страны, в нем заинтересована. Арктические исследования популярны среди корейских ученых. Работы в данном направлении ведут: Kim, Tae-jin, Bae, Kyu-sung, Lee, Young-hyung, Yoon, Young-mi, JeHyuk, HanJong-man, GiTak и др. Вместе с тем в предыдущих периодах не было специальных исследований на тему взаимного сотрудничества Российской Федерации и Республики Корея по освоению Арктики и развитию Северного морского пути. Цель статьи: определить особенности и основные направления изучения освоения Российской Арктики в Республике Корея.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является научно-образовательный и инновационный комплекс города Тэджен и иннополис Тэдок Республики Корея.

Объект исследования: научное изучение освоения Российской Арктики в Республике Корея.

Методология исследования: применение исследовательской парадигмы для понимания действий отдельных государств в Арктике.

Методы исследования: комплексный подход, системно-аналитические и экономико-статистические методы, картографический и др.

Автор являлся руководителем научных работ по проведению региональных экономико-географических исследований в Красноярском государственном педагогическом университете им. В.П. Астафьева и провел научные семинары в Корейско-Сибирском центре университета Пай Чай (Республика Корея, город Тэджен).

Результаты и обсуждение

Нами проведен анализ научных исследований, проведенных в Российской Федерации и в Республике Корея по данному вопросу, выявлены достижения и тенденции, связанные с освоением Северного морского пути и развитием Арктики в политической, экономической, научно-технической, этногеографической, социально-культурной и других сферах [2].

Представленные в статье элементы научной новизны связаны с комплексным видением проводимых в Российской Федерации и в Республике Корея научных исследований по арктической тематике и их интерпретацией в полученных собственных научных результатах. Научный уровень представленного материала отвечает современному подходу к подобным исследованиям в новой экономической географии. К числу собственных научных результатов относится характеристика как научного потенциала Республики Корея, так и конкретного муниципального образования города Тэджен и иннополиса Дэдок.

Основными целями предложенной нами концепции развития города Тэджен являются:

- устойчивое социально-экономическое развитие города Тэджен как иннополиса Республики Корея;
- улучшение качества жизни населения;
- обеспечение мирового лидерства в фундаментальных научных исследованиях и создание конкурентоспособных новых образцов машин, механизмов, приборов, оборудования и новых методов управления;
- создание новых технологических процессов и конкурентоспособной высокотехнологичной и инновационной продукции;
- подготовка высококвалифицированных специалистов и их переподготовка для работы по приоритетным научно-техническим направлениям, в том числе арктической направленности.

Выявлены основные тенденции и разработаны предложения по дальнейшему развитию и взаимодействию научно-образовательно-инновационных комплексов Российской Федерации и Республики Корея в целях освоения Российской Арктики.

Проводимые в Республике Корея исследования направлены на комплексное изучение освоения и развития арктического региона, анализ и синтез геополитических, геоэкономических, геоэкологических и геокультурных аспектов.

В первую очередь, это:

- исследования по общественной (экономической и социальной) географии Арктики.
- оценка возможности создания маршрута по Северному морскому пути и участия Республики Корея в данном проекте;
- исследование экономической рентабельности и целесообразности арктического маршрута, расходов на обслуживание, в том числе ледокольное;
- разработка предложений по участию Республики Корея в процессе развития арктического маршрута и его эксплуатации;
- анализ стратегий развития инфраструктуры, включая строительство гаваней по маршруту, в том числе в Сибири и на Аляске, сооружение ледокольного флота и использования человеческих ресурсов;

- оценка и реализация перспективных, в том числе совместных с Российской Федерацией, инновационных проектов;
- создание базы данных и геоинформационных систем по арктической тематике;
- анализ самодостаточной промысловой традиционной деятельности и сохранения социумов коренных малочисленных народов Севера и Арктики.

По нашему мнению, с точки зрения общественной географии необходимо сосредоточить усилия на:

- изучении зарубежного и отечественного опыта, стратегии и политики освоения Арктики и развития Северного морского пути;
- сборе и обработке информации о современном состоянии северных территорий и социумов (в том числе коренных малочисленных народов) России и зарубежных стран;
- изучении прогнозных и стратегических материалов по использованию природных ресурсов и развитию Северного ледовитого океана и освоению северных территорий зарубежных стран и Российской Федерации;
- разработке концепции комплексного взаимодействия Республики Корея и Российской Федерации по освоению Арктики и развитию Северного морского пути;
- исследовании особенностей транспортной и логистической инфраструктуры Республики Корея для ее возможного использования в перспективе в высоких широтах;
- изучении конкретных инвестиционных проектов зарубежных стран, в том числе Республики Корея, по освоению арктической зоны России и Арктики.
- Проведенный совместно с корейскими учеными расширенный поиск материалов по арктической тематике выявил особенности взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по арктической тематике.

Вместе с тем, в представленной информации недостаточно полно представлены материалы по социально-экономической географии.

В связи с этим в Республике Корея необходимо готовить не только специалистов по естественным наукам и инженерно-техническому профилю, но и специалистов по гуманитарным и общественным наукам, в том числе по международному праву, географии, психологии, политологии, экономике, менеджменту, регионоведению, страхованию, финансам, логистике, транспорту и др. Необходимо развивать междисциплинарные комплексные исследования и объединить усилия специалистов различного профиля для практического использования.

Выводы

Поставленная цель по изучению освоения Российской Арктики способствует решению научных, образовательных и практических задач ее освоения и развития.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что ее основные результаты могут быть использованы в качестве теоретической и методологической базы для дальнейших исследований по экономической и социальной географии. А проводимые в городе Тэджен и иннополисе Дэдок научные исследования практически могут быть использованы для освоения Российского арктического пространства.

Результаты проведенного исследования найдут применение в формировании образовательного, научного и инновационного потенциала региона, интегрированного в единое образовательное и научное пространство Республики Корея и, соответственно, в мировое научно-образовательное пространство. Предложения для проведения информационно-аналитической работы учреждений науки и высшего образования могут быть использованы для совершенствования деятельности учреждений науки и образования и для улучшения работы органов управления разного уровня Российской Федерации и Республики Корея.

Результаты работы используются в учебном процессе Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева.

На следующих этапах требуется проведение дополнительных научных работ по систематизации проводимых исследований арктической направленности и использованию имеющихся и разрабатываемых инвестиционных проектов в Республике Корея в целях их практического использования в Российской Арктике и при подготовке кадров соответствующей квалификации.

Литература

- [1] *Шадрин А.И.* Интеграция образования и науки в регионе: вопросы теории и практики: монография /Краснояр. гос. пед. ун-т.им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2018. – 218 с.
- [2] *Шадрин А.И. Бэк Енчжун, Хан Чжон Ман.* Участие Республики Корея в освоении Арктики: Перспективы и противоречия. Наука Красноярья. Том 8, №1, 2019. С. 89-113.

S u m m a r y. The relevance of the problem is determined by the need to study the development of the Arctic space in the Republic of Korea. To the analysis was used a group of theoretical methods. The directions of interaction between the Russian Federation and the Republic of Korea on this issue are considered on the example of Pai Chai University. In the article are given new scientific data on the directions of scientific research of Korean scientists.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LIMNOLOGY AND HYDROLOGY

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР БОЛЬШОГО СОЛОВЕЦКОГО ОСТРОВА (БЕЛОЕ МОРЕ)

Е.А. Вахрамеева, Г.Н. Лосюк

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН, Архангельск, Россия, vakhr-elena@yandex.ru

CHARACTERISTICS OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE LAKES OF THE BOLSHOY SOLOVETSKY ISLAND (WHITE SEA)

E.A. Vakhrameeva, G.N. Losyuk

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research RAS, Arkhangelsk

Аннотация. Представлены первые результаты исследований донных отложений озер, изолировавшихся от Белого моря (оз. Святое, Питьевое, Биосадское) по гранулометрическому составу и органическому веществу. Содержание органического вещества в донных отложениях тесно связано с их гранулометрическим составом. Выявлена тесная корреляционная связь между этими показателями.

Ключевые слова: гранулометрический состав, донные отложения, автохтонное и аллохтонное органическое вещество.

Введение

За последние двадцать лет проведено значительное количество комплексных исследований Соловецкого архипелага. Их целью было восстановление геологических, палеографических условий развития Белого моря и его бассейна, ранее покрывавшихся ледником [3].

Донные отложения озер (ДО), сформировавшиеся в условиях ледового диагенеза, характеризуются преобладанием аллохтонного материала, сезонной слоистостью, низким содержанием органического вещества [4].

ДО озер бореального периода в более влажных условиях отличаются накоплением органогенных илов.

Регион исследований, объекты и методы

Описание и исследование озёр и озёрно-канальных систем было начато ещё монастырскими летописцами. Большой Соловецкий остров площадью 225,3 км² характеризуется хорошо развитой озерной системой, насчитывающей 337 озер с площадью зеркала более 0,0045.

В ходе комплексной экспедиции в июле 2021 года на Большой Соловецкий остров на реперных станциях семи озер были взяты керны донных отложений. Материалом для настоящего гранулометрического исследования послужили короткие (30 см) колонки донных отложений трех озер, отобранные на

станциях с координатами: Святое (65°01.529; 35°42.921), Питъевое (65°02.522; 35°41.479), Биосадское (65°02.624; 35°45.411), рисунок 1.



Рис. 1. Карта - схема точек отбора проб донных отложений озер.

Озеро Святое было создано для нужд Соловецкого монастыря. Летописец Соловецкий Досифей, архимандрит 1833 г., повествует, что при игумене Филиппе начали соединять каналами более удобные по положению и качеству вод (Питъевое и Нижний Перт) и подводить к монастырю в выкопанный огромный пруд, из которого и ныне под именем Святого озера берет воду монастырь.

Озеро Биосадское удалено от поселка на 1,5 км и расположено в болотистой местности. Глубина этих озер варьирует в диапазоне от 7,5 до 9,5 м.

Гранулометрический состав донных отложений озер определяли в соответствии с методикой, аттестованной и внесенной в Федеральный реестр под номером ФР. 1.31.2018.29623, свидетельство № 88-16365-010-2017. Относительная погрешность измерения для всех гранулометрических фракций составляет от 19 до 29% [1, 2].

Общий и органический углерод/азот определяли на CHN-анализаторе фирмы «Хьюлетт Паккард» методом сухого сжжения с последующим газохроматографическим разделением продуктов пиролиза. Предел обнаружения – 0,01%. Относительная погрешность измерения не превышает 10%. Определение прокаленного остатка (потери при прокаливании) донных осадков проводили по [5]. Все расчеты проводили на абсолютно-сухую навеску образца.

Результаты и обсуждение

Исследованные озерные осадки представлены пелитовыми и алевропелитовыми илами (рис. 2, 3). Осадки этих озер представляют собой жидкие илы темно-коричневого цвета.

Как показано на рисунке 2, гранулометрический состав ДО озер разнообразен. ДО озер отличаются по содержанию песка от 1,35% в озере Святом до 14,69% в озере Питьево в верхнем горизонте керна, остальные слои представлены пелитовым илом. А в озере Святое выделяется верхний и нижний слои с содержанием пелитов 72,62 и 82,64%, соответственно.

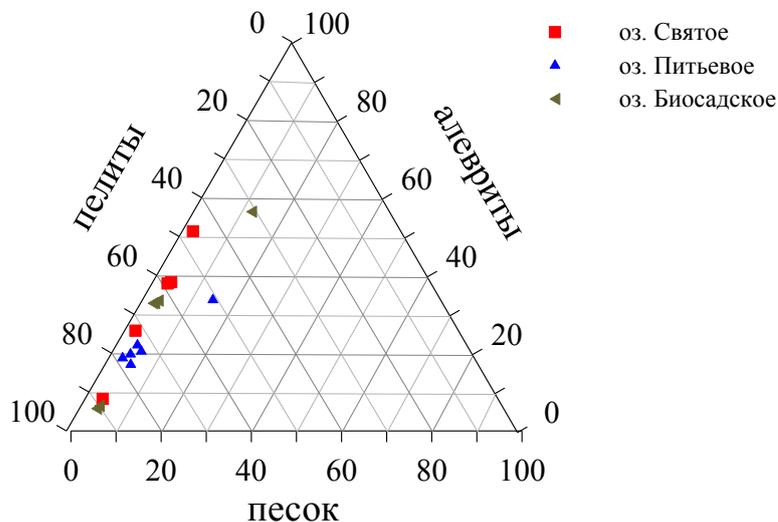


Рис. 2. Трёхкомпонентная диаграмма гранулометрического состава донных отложений озер.

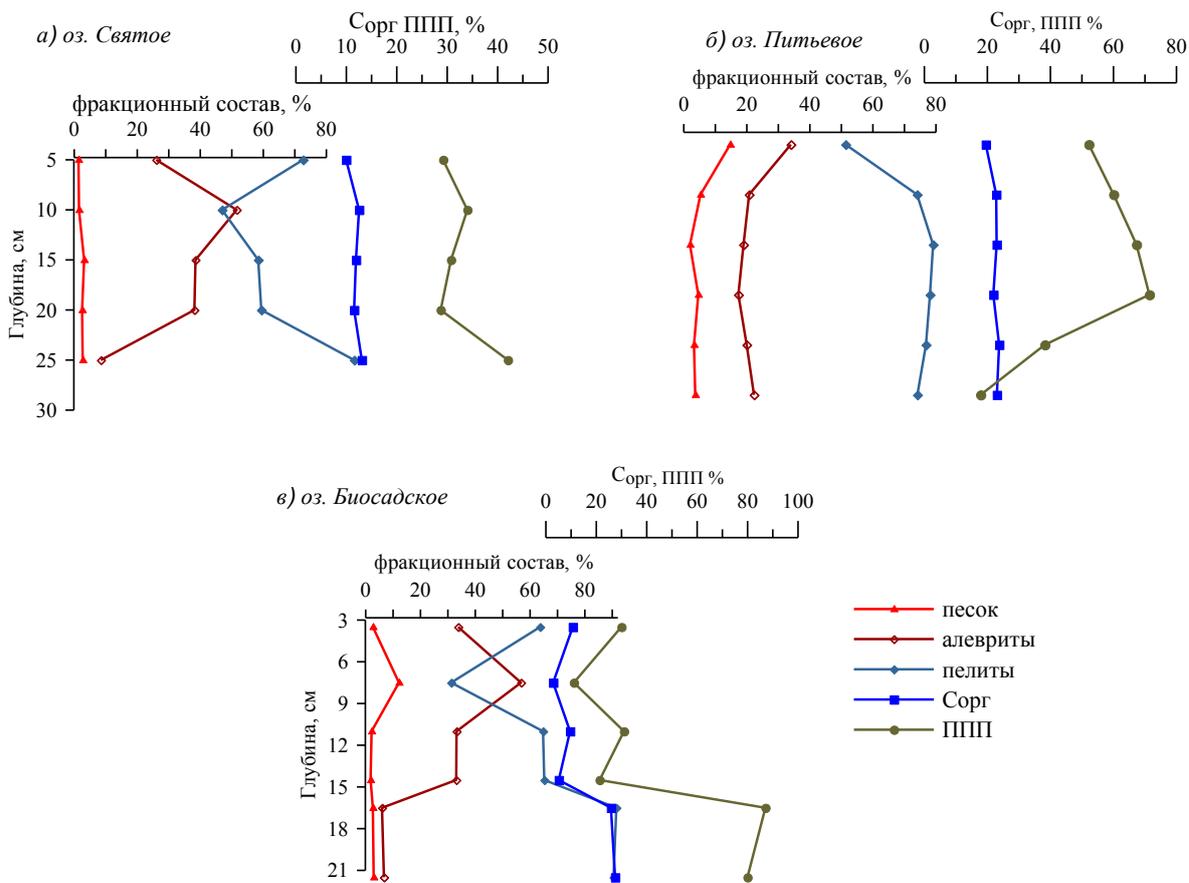


Рис. 3. Распределение гранулометрического состава, органического углерода и ППП в керне донных отложений озер.

Интересен керн озера Биосадское, где на горизонте 10 см находится слой песчано-пелито-алевритового ила с содержанием песка 12,13%, а пелита всего 31,19 %. Нижние слои этого керна представлены пелитовым илом с содержанием пелита более 90% (рис. 2, 3).

Содержание органического вещества можно оценить по содержанию потерь при прокаливании (ППП) в отобранных пробах. Содержание ППП, определенное по горизонтам отложений в озере Святом, изменяется в небольшом диапазоне от 28,7 до 42,0%, а органический углерод ($C_{орг}$) в более узком от 9,95 до 13,07% (рис. 3, а). Содержание органического вещества в керне ДО озера Питьево увеличивается до 71,4%. В нижнем слое ППП составляет 17,7%, а $C_{орг}$ варьирует от 19,48 до 23,2% в низу, рисунок 3, б. Для этого водоема проявилась взаимосвязь между пелитовой фракцией и содержанием $C_{орг}$ с коэффициентом корреляции $r_{0,95} = 0,89$ ($n = 6$), а между ППП и $C_{орг}$ взаимосвязь отсутствует, как и в озере Святом. Содержание органического азота ($N_{орг}$) в озере Питьево достигает 1,91% в нижнем слое, а в Святом только 1 % и распределяется неравномерно.

Совсем другая картина в озере Биосадском (рисунок 3, в). Повышение содержания пелитовой фракции в двух нижних горизонтах до 91,44% и ППП и $C_{орг}$ до 87,1 и 27,44%, соответственно, позволяет предположить, что в это время начались процессы заболачивания и формирование горизонтов сапропелей, торфов. Здесь также найдена корреляционная зависимость между пелитовой фракцией и содержанием $C_{орг}$ с коэффициентом корреляции $r_{0,95} = 0,90$, и между ППП и $C_{орг}$ взаимосвязь обнаружена - $r_{0,95} = 0,90$ ($n = 6$).

Соотношение $C_{орг}/N_{орг}$ в ДО водоемов отражает удельный вес органического вещества аллохтонного и автохтонного происхождения. Если соотношение $C_{орг}/N_{орг}$ больше 12, но меньше 47 в водоеме присутствует органическое вещество и аллохтонного и автохтонного типа [4]. Значения $C_{орг}/N_{орг}$, обнаруженные в исследуемых озерах, попадают в этот диапазон.

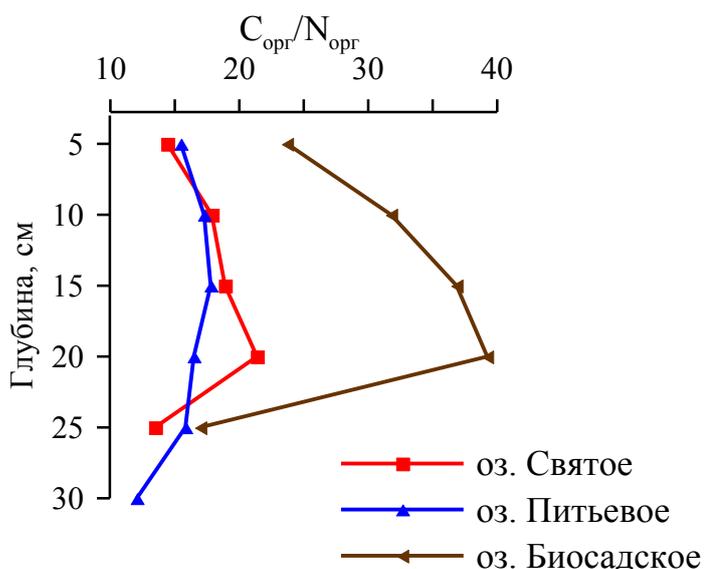


Рис. 4. Распределение величины $C_{орг}/N_{орг}$ в керне донных отложений озер.

Величина соотношения $C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$ в ДО озера Святое изменяется от 13 в низу керна до 21 в последующем горизонте, рисунок 4. В таком же диапазоне варьируют значения соотношения в озере Питьевом от 12 до 19.

Высокие значения соотношения $C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$ (от 17 до 39) в озере Биосадское показали, что образование органического вещества происходит при разложении наземной и водной растительности, а также поступает с водосборной площади.

Выводы

Таким образом, накопление тонкодисперсных илов с высоким содержанием органического вещества обнаружено в 15-20 см слое в озерах Питьевое, Святое и Биосадское.

Различный состав гранулометрических фракций и величины значений соотношения $C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$ ДО исследуемых озер отражает взаимодействие аллохтонного и автохтонного органического вещества

Литература

- [1] *Вахрамеева Е.А., Кокрятская Н.М.* Гранулометрический состав донных отложений озер // Тезисы докладов Международной конференции «Пресноводные экосистемы – современные вызовы». Иркутск. 10-14 сентября 2018 г. С. 354
- [2] МИ № 88-16365-010-2017 «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами» Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.
- [3] Палеолимнологические исследования на островах Соловецкого архипелага / Субетто Д.А. и др. // Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага: материалы IV Всероссийской научной конференции – Архангельск: 2009. - С. 63-64
- [4] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции: Научная монография. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339 с.
- [5] *Хатчинсон Д.* Лимнология. Географические, физические и химические характеристики озер / Д. Хатчинсон. – М.: Изд-во «Прогресс», 1969. – 591
- [6] Heiri O., Lotter A., Lemcke 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 first results of studies of bottom sediments of lakes isolated from the White Sea (Lake Svyatoye, Pitevoe, Biosadskoye) by granulometric composition and organic matter are presented. The content of organic matter in bottom sediments is closely related to their granulometric composition. A close correlation between these indicators has been revealed.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОЗЕР ГОРОДА МУРМАНСКА

В.А. Даувальтер¹, З.И. Слуковский¹, М.А. Постевая², Д.Б. Денисов¹

¹*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольский НЦ РАН, Апатиты,
v.dauvalter@ksc.ru*

²*Мурманский арктический государственный университет, Мурманск,
marina04111994@gmail.com*

HYDROCHEMICAL MONITORING OF THE LAKES OF MURMANSK

V.A. Dauvalter¹, Z.I. Slukovskii¹, M.A. Postevaya², D.B. Denisov¹,

¹*Institute of North Industrial Ecology Problems, Kola Science Center RAS, Apatity*

²*Murmansk Arctic State University, Murmansk*

Аннотация. В результате проведения гидрохимического мониторинга озер г. Мурманска в 2018-2020 гг. установлено, что химический состав воды исследуемых озер существенно отличается от состава озер северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря, которые были приняты за фоновые водоемы. Увеличились значения pH воды по сравнению с фоновыми значениями, а также минерализация, содержание главных ионов, биогенных элементов и многих микроэлементов, включая тяжелые металлы.

Ключевые слова: гидрохимический мониторинг, городские озера, тяжелые металлы, загрязнение, Мурманская область.

Введение

Города Арктической зоны Российской Федерации характеризуются наличием многочисленных пресноводных экосистем, которые являются неотъемлемой их составляющей, нуждающейся во всестороннем изучении и охране с учетом постоянного роста антропогенной нагрузки, а также глобальных климатических изменений, касающихся всей планеты. Мурманская область обладает богатыми запасами минеральных ресурсов, что сказалось в бурном развитии промышленных зон и урбанизированных территорий, и это неизменно ухудшает экологическое состояние водной среды региона.

Одной из основных проблем современной лимнологии является отсутствие достоверных данных об экологическом состоянии городских озер, а они имеют очень большую рекреационную значимость для жителей городов, которые отдыхают на берегах водоемов, плавают, ловят рыбу. Проект Российского научного фонда № 19-77-10007 «Экологическая оценка и прогноз устойчивого функционирования водных экосистем урбанизированных территорий в Арктической зоне» был задуман сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН и реализован с целью дать оценку современного состояния водной среды урбанизированных территорий в Арктической зоне с применением комплекса гидрохимических и гидробиологических методов. Ключевой территорией для его реализации стал г. Мурманск – самый крупный город, расположенный за Полярным кругом, а основными объектами исследования стали 8 озер, которые были практически не изученными. В итоге за три года впервые были получены уникальные сведения обо всех важнейших компонентах экосистем озер г. Мурманска.

Первые результаты исследований гидрохимического состава озер г. Мурманска были предоставлены ранее в публикациях [2, 6, 7]. В данной статье представлены результаты гидрохимического мониторинга

озер г. Мурманска, проведенные в 2018-2020 гг.

Объекты и методы

Пробы воды были отобраны в 8 озерах, расположенных в разных частях г. Мурманска и имеющих большую рекреационную значимость для жителей и гостей города. Список озер, методика отбора и проведения химического анализа подробно представлены в публикациях [2, 6, 7]. Пробы воды отбирали 2-х литровым пластиковым батометром. Для исследования химического состава воды пробы отбирались с поверхностного слоя (1 м от поверхности) и придонного слоя (1 м от дна). Аналитические исследования проводились в ИППЭС КНЦ РАН и в Институте геологии Карельского НЦ РАН. Отбор проб воды и анализ химического состава воды осуществляли согласно принятым методикам [5, 8]. В пробах воды были определены рН, электропроводность, щелочность, концентрации основных ионов, содержание биогенных элементов и органического материала. Концентрации более 50 микроэлементов определяли масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на приборе XSeries-2 ICP-MS (Thermo Fisher Scientific) и приборе ELAN 9000.

Результаты и обсуждение

Основными источниками загрязнения г. Мурманска являются выбросы Мурманской ТЭЦ (в составе трех источников теплоснабжения: Мурманская ТЭЦ, Южная и Восточная котельные), мусоросжигательного завода и автотранспорта, а также пыль, образующаяся при погрузке-разгрузке угля, апатитового концентрата и других грузов в Мурманском морском торговом порту. Озера города расположены в нескольких километрах от Кольского залива Баренцева моря, поэтому на формирование химического состава воды озер города влияют поступления морских аэрозолей (частиц морской соли, поступающих в атмосферу в результате испарения брызг, образующихся при ветровом волнении).

В результате проведенных гидрохимических исследований было установлено, что химический состав воды озер г. Мурманска значительно отличается от состава озер ненарушенных территорий (табл. 1).

В воде озер г. Мурманска отмечено увеличение минерализации по сравнению с фоновыми значениями, что связано с повышенным поступлением солей в результате урбанизации территории их водосборов. В сезонной динамике минерализации отмечено увеличение значений в зимнее время и уменьшение в летнее (рис.). Увеличение минерализации в зимнее время связано с сезонными особенностями питания водоемов – в зимнее время основным источником питания служат подземные воды с повышенной минерализацией, а в летнее время основным источником является поступление атмосферных осадков. Минерализация в придонном слое воды озер, как правило, больше, чем в поверхностном, что, вероятно, связано с повышенным притоком минеральных веществ из донных отложений после микробиологического разложения органического вещества.

Таблица 1. Медианные значения величин рН, главных ионов и минерализации (мг/л) озер г. Мурманска и озер восточной части Мурманской области [4]

№№	Озера	рН	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Минерализация
1	Северное	7.01	24.9	5.6	79.6	3.9	24.2	23.6	145.4	312.4
2	Семеновское	<u>6.91</u>	<u>7.8</u>	<u>2.0</u>	<u>11.1</u>	<u>1.9</u>	<u>18.2</u>	<u>10.6</u>	<u>18.6</u>	<u>71.2</u>
		6.64	8.0	2.0	11.0	1.9	19.3	10.8	18.2	71.4
3	Среднее	<u>7.40</u>	<u>18.6</u>	<u>3.9</u>	<u>17.3</u>	<u>3.8</u>	<u>42.1</u>	<u>30.8</u>	<u>24.3</u>	<u>140.6</u>
		7.08	18.0	3.8	17.6	3.7	42.2	31.8	<u>24.8</u>	140.7
4	Большое	<u>6.47</u>	<u>3.1</u>	<u>1.2</u>	<u>9.9</u>	<u>0.7</u>	<u>4.2</u>	<u>6.7</u>	<u>16.8</u>	<u>42.62</u>
		6.49	3.2	1.2	9.8	0.7	4.2	6.4	16.4	42.07
5	Окуневое	6.95	8.7	2.1	6.1	1.3	19.5	14.3	8.9	60
6	Ледовое	<u>7.81</u>	<u>45.7</u>	<u>8.5</u>	<u>115.3</u>	<u>8.6</u>	<u>116.5</u>	<u>40.4</u>	<u>177.5</u>	<u>527.1</u>
		7.18	73.3	12.1	127.1	11.1	286.0	14.7	171.0	697.6
7	Треугольное	<u>6.45</u>	<u>1.9</u>	<u>0.8</u>	<u>3.2</u>	<u>0.7</u>	<u>5.0</u>	<u>3.9</u>	<u>3.9</u>	<u>19.3</u>
		6.11	2.3	0.9	3.2	0.7	8.7	3.3	4.1	23.3
8	Южное	<u>8.10</u>	<u>40.6</u>	<u>9.9</u>	<u>56.3</u>	<u>7.6</u>	<u>147.5</u>	<u>20.8</u>	<u>84.5</u>	<u>373.9</u>
		7.90	42.3	10.0	57.2	8.1	155.4	23.6	88.7	382.2
[4]		6.42	1.4	0.71	2.5	0.33	4.8	1.7	2.3	14

Примечание. В числителе указано значение в поверхностном слое, в знаменателе – в придонном слое; если значение одно, то оно указано для поверхностного слоя.

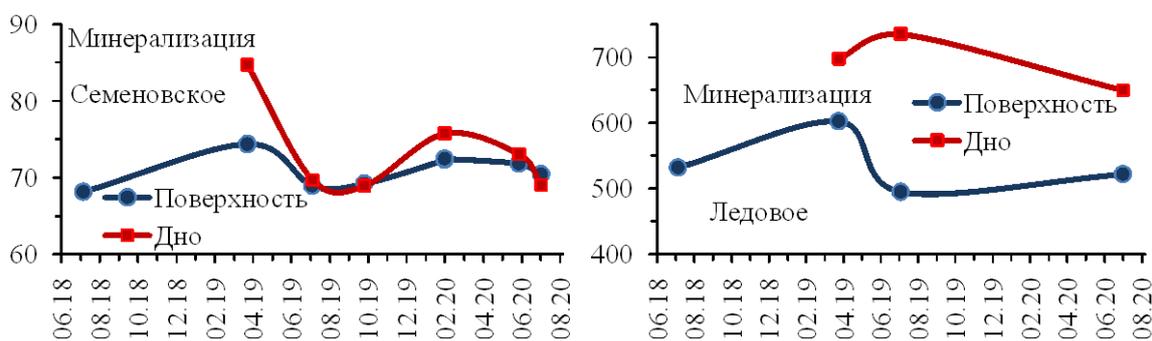


Рис. Сезонное распределение минерализации (мг/л) в поверхностных и придонных слоях воды озер Семеновское и Ледовое в 2018-2020 гг.

По классификации О.А. Алекина [1] воды озер Северное, Семеновское, Большое и Ледовое относятся к хлоридному классу и натриевой группе, Окуневое – к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе (распределение главных ионов, типичное для основной массы озер Мурманской области), Треугольное и Южное – к смешанному гидрокарбонатно-хлоридному классу и натриевой группе, а Среднее – к смешанному гидрокарбонатно-хлоридному классу и кальциевой группе. Увеличение содержания главных катионов щелочных и щелочноземельных металлов (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ и K⁺), а также главных анионов (HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻) связано с поступлением морских аэрозолей, а также с влиянием городской среды, в том числе с использованием реагентов для противогололедной обработки городских дорог. Например, на территории юго-западного административного округа Москвы установлено высокое содержание ионов Cl⁻ (до 9000 мг/л), Na⁺ (до 6000 г/л), Ca²⁺ (до 1000 г/л), K⁺ (до 29 мг/л), Mg²⁺ (до 6.2 мг/л) в снеговой воде, отобранной вблизи

дорог, на которых используются противогололедные реагенты [3].

Существенным фактором повышения содержания V и Ni в воде городских озер Мурманска является деятельность предприятий теплоэнергетики, работающих на мазутном топливе (Мурманская ТЭЦ, котельные). Наибольшее содержание V было обнаружено в воде оз. Среднее, ближе всех расположенного к Мурманской ТЭЦ, а в оз. Ледовое отмечены наибольшие содержания тяжелых металлов Ni, Cu, Zn, Co и W, также как и Mn и Fe. Оз. Ледовое из всех исследуемых озер, судя по содержанию главных ионов, биогенных элементов, нефтепродуктов и тяжелых металлов, подвержено наибольшему антропогенному влиянию и является самым загрязненным. В воде всех исследуемых городских озер содержание Fe, Mn, V, Ni Cu и Zn выше, так же как и щелочных Li и Rb и щелочноземельных Sr и Ba, чем среднее содержание в озерах водосбора Баренцева моря. Повышенные концентрации вышеперечисленных щелочных и щелочноземельных металлов, также как и основных катионов и В, вызваны влиянием переноса морских аэрозолей из Кольского залива и поступлением солей из противогололедных реагентов.

Благодаря антропогенному влиянию, в том числе поступлению и разложению нефтепродуктов в воде оз. Ледовое отмечено наибольшее содержание соединений азотной группы, особенно аммоний-иона, свидетельствующее о наличии восстановительной обстановки, подавляющей протекание продукционных процессов. Образование восстановительной обстановки в придонных слоях воды с повышением содержания аммоний-иона, железа и марганца зафиксировано также в оз. Семеновское в зимнее время, что может угнетающе воздействовать на гидробионты, в том числе и рыб, в это время.

Значительное количество загрязняющих веществ и соединений поступает в городские водные объекты при выщелачивании фундаментов зданий и сооружений подземными водами, приобретающими агрессивность на урбанизированных территориях, при разрушении городских дорог, зданий и сооружений, в результате работы автотранспорта и т.д.

Озеро Большое является источником питьевого водоснабжения г. Мурманска, оно практически со всех сторон окружено лесом, поэтому в меньшей степени подвержено загрязнению – величина рН воды находится на границе слабокислой и нейтральной, содержание главных ионов ненамного превышает фоновые значения, а содержание биогенных элементов и органических веществ даже меньше, чем в озерах восточной части Мурманской области. Поэтому вода этого озера может быть использована для питьевого водоснабжения г. Мурманска.

Выводы

Впервые проведенный гидрохимический мониторинг озер г. Мурманска показал существенное загрязнение водоемов, что связано с влиянием городской среды, в первую очередь атмосферных выбросов местной ТЭЦ, мусоросжигательного завода и автотранспорта, пыли, образующейся в Мурманском морском порту, использование противогололедных реагентов для обработки дорог. Величины рН и минерализации воды, содержание главных

ионов, биогенных элементов и многих микроэлементов, включая тяжелые металлы, значительно выше фоновых значений. Главными источниками загрязнения озер являются выбросы Мурманской ТЭЦ, мусоросжигательного завода и автотранспорта, пыль, образующаяся при погрузке-разгрузке грузов в Мурманском морском порту, использование реагентов для противогололедной обработки городских дорог, выщелачивание фундаментов зданий и сооружений подземными водами.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках госзадания ИППЭС КНЦ РАН (полевые работы) и при поддержке гранта № 19-77-10007 Российского научного фонда (химический анализ).

Литература

- [1] *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
- [2] *Даувальтер В.А., Слуковский З.И., Денисов Д.Б., Черепанов А.А.* Особенности химического состава воды городских озер Мурманска // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2021. – Т. 66, № 2. – С. 252-266.
- [3] *Дрябжинский О.Е., Зубкова В.М., Пугачева Т.Г.* Мониторинг содержания в снеговой воде компонентов противогололедных реагентов и подвижных форм тяжелых металлов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2017. – Т. 28, № 5. – С. 56-69.
- [4] *Кашулин, Н. А., Сандимиров, С. С., Даувальтер, В. А., Кудрявцева, Л. П., Терентьев, П. М., Денисов, Д. Б., Валькова, С. А.* Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Баренцева моря). В 2 ч. – Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 2010.
- [5] Методы экологических исследований водоемов Арктики / С.С. Сандимиров [и др.]. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. – 180 с.
- [6] *Postevaya M.A., Slukovskii Z.I., Dauvalter V.A., Bernadskaya D.S.* Estimation of Heavy Metal Concentrations in the Water of Urban Lakes in the Russian Arctic (Murmansk) // Water. – 2021. – V. 13, No. 22. – 3267.
- [7] *Slukovskii Z., Dauvalter V., Guzeva A., Denisov D., Cherepanov A., Siroezhko E.* The Hydrochemistry and Recent Sediment Geochemistry of Small Lakes of Murmansk, Arctic Zone of Russia // Water. – 2020. – V. 12, No. 4. – 1130.
- [8] Standard method for examination for water and wastewater. 20-th Edition (Eds. Clescerl L.S., Greenberg A.E., Eaton A.D.) –Washington: American Public Health Association USA, 1999.– 2671 p.

S u m m a r y. As a result of hydrochemical monitoring of lakes in Murmansk in 2018–2020 it was established that the chemical composition of the water of the studied lakes differs significantly from the composition of the lakes of the northeastern part of the Murmansk Region of the catchment area of the Barents Sea, which were taken as background water bodies. The values of pH of the water have increased compared to the background values, as well as mineralization, the content of basic ions, nutrients and many trace elements, including heavy metals. The main sources of lake pollution are emissions from the Murmansk Heat and Power Plant, waste incineration plant and vehicles, dust generated during loading and unloading of goods in the Murmansk seaport, the use of reagents for deicing urban roads, leaching of foundations of buildings and structures with groundwater.

КОМПОЗИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ

Е.И. Дебольская¹, В.К. Дебольский¹, И.И. Грицук^{1,2,3}

¹ИВП РАН, г. Москва, e_debolskaya@yahoo.com

²Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва, grizli2881@mail.ru

³Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

COMPOSITE MODELING OF POLLUTANT PROPAGATION IN THE CURVILINEAR SECTIONS OF PERMAFROST RIVERS

E.I. Debolskaya¹, V.K. Debolsky, I. I. Gritsuk^{1,2,3}

¹ Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow

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

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

Аннотация. Проведение натурных исследований в бассейнах рек криолитозоны представляет трудноразрешимую и крайне дорогостоящую проблему в виду технических, организационных и объективных сложностей, обусловленных суровыми климатическими условиями. Одним из наиболее доступных методов исследования этих процессов является композитное моделирование (Composite modelling). Лабораторные эксперименты в гидравлическом лотке были проведены для определения различия в динамике деформаций и распространения примеси из оттаивающих источников при разных формах искривления русла и дальнейшего использования этих данных в качестве входных параметров в математической модели и ее верификации. На основе анализа серии численных расчетов на масштабах лабораторного эксперимента и реального природного объекта получены выводы о влиянии морфометрических характеристик русла, гидрологических и термических параметров водного потока, характеристик мерзлого руслоформирующего грунта на динамику распространения примеси на криволинейных участках рек криолитозоны.

Ключевые слова: русловые деформации, термоэрозия, криволинейное русло, криолитозона, композитное моделирование.

Введение

Речные системы в условиях вечной мерзлоты особенно чувствительны к изменениям климата. Скорость береговой эрозии существенно зависит от наличия многолетнемерзлых пород и скорости их таяния. Ускорение термоэрозии вызывает усиленное разрушение берегов, подтопление и аномально высокие паводки. Таяние вечной мерзлоты может привести к существенному загрязнению водных ресурсов. Задача расчета распространения загрязнений в руслах рек криолитозоны усложняется необходимостью учета деформаций берегов, сложенных тающими породами. Термоэрозия играет существенную, а подчас и более значительную роль, чем механическая эрозия в процессе деформирования русел, сложенных многолетнемерзлыми породами [4]. Одним из наиболее доступных методов исследования процессов переноса вещества водным потоком является комбинированное использование численных и физических моделей, называемое композитным моделированием (Composite modelling) [6]. Цель работы – изучение процесса переноса примесей на криволинейных участках речных русел, находящихся под воздействием механической и термической эрозии, на основе композитного моделирования.

Регион исследований, объекты и методы

Многолетняя мерзлота составляет основную массу криолитозоны и занимает 65% территории России. Берега рек в Арктике подвержены термоэрозионным процессам. Сильный размыв берегов рек и прибрежных участков приводит к большим поступлениям наносов и органических веществ в арктические реки и Северный Ледовитый океан [5, 3].

Гидравлические исследования традиционно проводились с использованием физических моделей, которые воспроизводят явления потока в уменьшенном масштабе с динамическим подобием. Сегодня численные модели все чаще используются вместо физических. Комбинированное использование численных и физических моделей называется композитным моделированием. Композитная модель позволяет получить максимум от физических и численных моделей, если применять каждую для конкретной географической области или для тех масштабов, где она работает лучше всего, может обеспечить более высокое качество и предоставить возможности для моделирования более сложных проблем, которые не могут быть решены отдельно физическим и численным моделированием [6].

Цель лабораторных экспериментов, проведенных в гидравлическом лотке, заключалась в оценке характера русловых деформаций, вызванных термоэрозией, и скорости распространения примеси из оттаявшего источника при разных формах искривления русла и дальнейшего использования полученных данных для верификации математической модели. Источниками примеси служили пластинки, полученные заморозкой разбавленного красителя. Было проведено шесть серий экспериментов с заложением пластинки из замороженной примеси в центральную часть прямолинейного (условный фактор формы $kg=0$), выпуклого ($kg=1$) и вогнутого ($kg=-1$) берегового склона. Все характеристики водного потока, русла и ледяных включений использовались как входные параметры в математической модели, описание которой дано в работах [1, 2].

Обсуждение результатов

Для оценки деформаций были проведены визуальные наблюдения и измерения образовавшегося рельефа непосредственно в процессе проведения эксперимента. На рис. 1 представлены фото и поверхности русел с расширением и с сужением, рассчитанные по модели с входными данными, соответствующими лабораторным экспериментам. Поверхности дна, рассчитанные по модели, соответствовали поверхностям, сформированным в результате лабораторных экспериментов.

Для получения количественных характеристик были рассчитаны объемы и массы перемещенного песка на площадях, занимаемых мерзлым включением, по данным фото и отдельных кадров видеосъемок. Для сравнения данных, полученных при лабораторном и численном моделировании, построены кривые изменения массы перенесенного материала во времени в руслах с разной формой. Они приведены на рисунке 2.

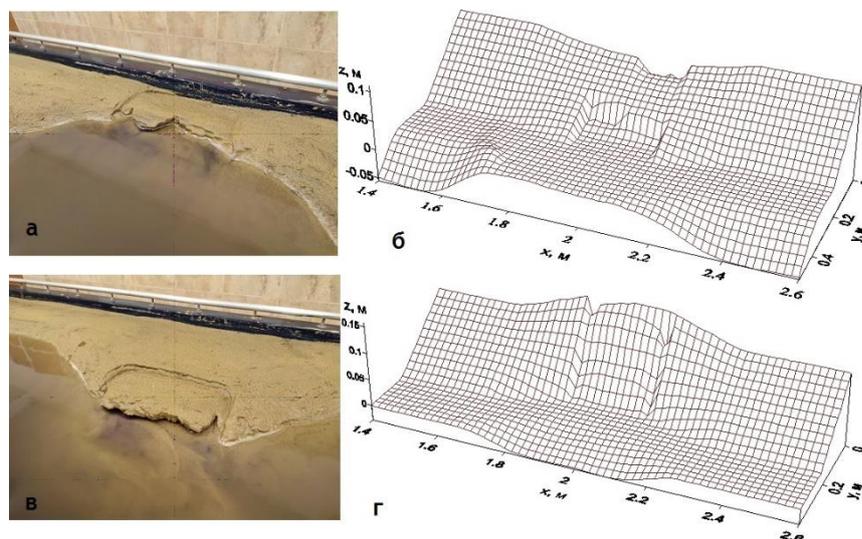


Рис. 1. Фото и рассчитанные поверхности русел с разными видами искривлений через 20 мин после начала экспериментов: для участка с расширением $kg=1$ (а, б) и с сужением $kg=-1$ (в, г).

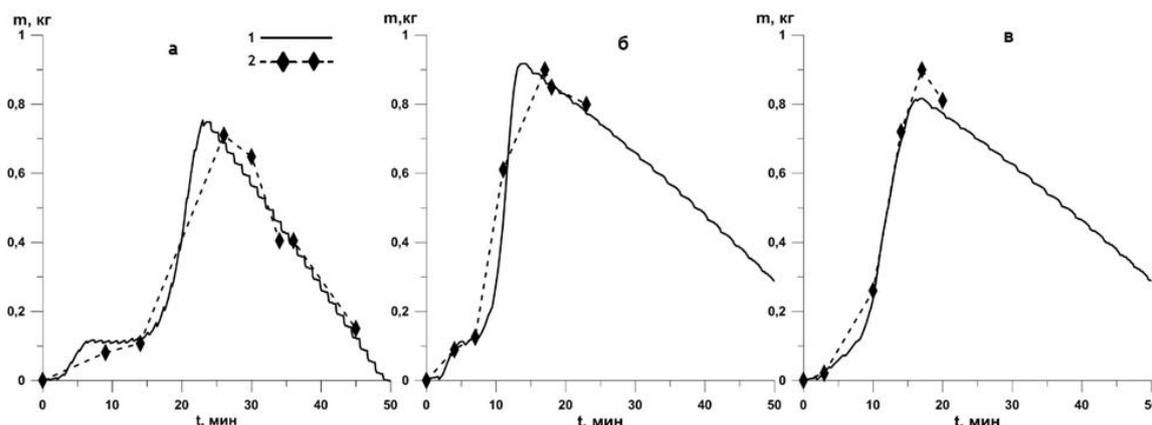


Рис. 2. Изменения во времени массы перенесенного в процессе деформаций песка с выделенных участков в потоках с прямым (а), расширяющимся (б) и сужающимся (в) руслами: 1 – по данным численных расчетов, 2 – по данным измерений.

Для сравнения результатов математического моделирования распространения примеси с лабораторным экспериментом использовался параметр времени нахождения примеси в потоке. Он оценивался по времени обнуления осредненной по объему концентрации примеси или осредненной по площади поперечного сечения концентрации примеси в крайнем створе. Сравнение данных лабораторного и численного моделирования показало их совпадение с достаточной степенью точности.

Анализ зависимости от фактора формы русла kg позволил сделать вывод о существенной роли скоростных характеристик и поперечного переноса на распределение примеси: в прямом русле ($kg=0$) поперечные скорости возникают только за счет протаявшей области на месте расположения мерзлого включения, в случае искривленных русел ($kg=\pm 1$) поперечные скорости

возникают также и за счет кривизны берега. Для выпуклого и вогнутого русла возникновение поперечных скоростей приводит к развитию вихрей, которые имеют противоположное воздействие, тормозя распространение примеси в одном случае и ускоряя в другом. Для выяснения более точной зависимости от формы искривления были введены коэффициенты искривления по ширине rb и по длине русла alb . Увеличение параметра rb приводит к уменьшению средней концентрации в каждый момент времени и увеличению времени нахождения примеси в потоке. Хотя осредненные во времени характеристики не значительно отличаются для всех сценариев, максимальные во времени значения как для осредненных по объему, так и по площади поперечного сечения концентраций в последнем створе в зависимости от коэффициента искривления изменяются в несколько раз. Моделирование сценариев с различными коэффициентами искривления по длине русла alb показало, что время нахождения примеси в потоке обратно пропорционально длине искривленного участка, средние по времени величины концентраций не значительно отличаются.

Температура воды является одним из основных внешних факторов в процессе термоэрозии. Лабораторные и численные эксперименты продемонстрировали, что при увеличении температуры воды в потоке с разными формами русла начало распространения примеси, как и следовало ожидать, наступает раньше. Время нахождения примеси в потоке при увеличении температуры воды для прямого и выпуклого русел значительно уменьшается, для вогнутого меняется незначительно. Максимальные и средние значения концентраций для всех сценариев, как и ход изменения концентраций во времени меняются незначительно, за исключением случая с выпуклой формой русла. При низких температурах динамика распространения примеси в сценарии с $kg=-1$ существенным образом отличается: нарастание концентраций происходит медленнее, их максимальное значение существенно ниже, время нахождения примеси в потоке увеличивается.

Исследовалось также влияние температуры и размера мерзлого включения (МВ) на характер распространения примеси. В прямолинейном русле характер изменения средней концентрации во времени не зависит от размера МВ, если их начальная температура близка к нулю, отличаются лишь значения концентраций. Характерно, что в широком диапазоне отрицательных температур динамика распространения примеси почти не зависит от первоначальных значений температуры МВ, но значительно отличается от случая, когда первоначальная температура МВ близка к нулю. Это может свидетельствовать о том, что при приближении к температуре фазового перехода русловые деформации, вызванные термоэрозией, и высвобождение примеси существенно ускоряются.

Благодарности

Часть работы, связанная с математическим моделированием, выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 Государственного задания ИВП РАН. Часть работы, связанная с проведением лабораторных экспериментов, выполнена при

финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-08-00807 А).

Выводы

На основе данных новых лабораторных экспериментов в разработанные ранее математические модели добавлена возможность расчетов распространения примеси из оттаявших источников, расположенных на участках русла с различными формами искривления. Практическая цель исследования состоит в возможности определения наиболее оптимальных мест расположения вероятных источников загрязнения на берегах рек криолитозоны с целью минимизации экологического ущерба при их оттаивании. Среди конкретных результатов, полученных при использовании метода композитного моделирования – выводы о влиянии на динамику распространения загрязнений расположения мерзлого включения с примесью на участке с искривлением, степени зависимости от размера ледяного включения, его расположения и формы руслового участка; начальных температур мерзлого включения, температуры воды в потоке.

Литература

- [1] *Дебольская Е.И.* Математическая модель русловых деформаций рек криолитозоны // *Водные ресурсы*. 2014. Т. 41. № 5. С. 496-506.
- [2] *Дебольская Е.И., Гришук И.И., Дебольский В.К., Ионов Д.Н., Масликова О.Я.* Влияние береговых деформаций на распространение примесей в реках криолитозоны (лабораторное и математическое моделирование) // *Вод. ресурсы*. 2018. № 4. С. 396-407.
- [3] *Couture N. J., Irrgang A., Pollard W., Lantuit H., Fritz M.* Coastal erosion of permafrost soils along the Yukon Coastal Plain and fluxes of organic carbon to the Canadian Beaufort Sea. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 2018. 123. P. 406-422.
- [4] *Dupeyrat L., Costard F., Randriamazaoro R., Gailhardis E., Gautier E., Fedorov A.* Effects of ice content on the thermal erosion of permafrost: Implications for coastal and fluvial erosion. *Permafrost and periglacial processes*. 2011. 22(2), 179-187. -<https://doi.org/10.1002/ppp.722>
- [5] *Rachold V., Grigoriev M.N., Are F.E., Solomon S., Reimnitz E., Kassens H., et al.* Coastal erosion vs riverine sediment discharge in the Arctic Shelf seas. *Int. J. Earth Sci.* 2000. 89, 450-460. doi: 10.1007/s005310000113
- [6] *Sutherland J.* Composite Modelling: combining physical and numerical models / J. Sutherland, S L Barfuss. 34th IAHR Word Congress - Brisbane, Australia. 2011. P. 1-10.

S u m m a r y. The laboratory experiments in a hydraulic flume were carried out to determine the difference in the dynamics of deformations and the spread of impurities from thawing sources with different forms of channel curvature and further use of these data as input parameters in the mathematical model and its verification. Based on the analysis of a series of numerical calculations on the scale of a laboratory experiment and a real natural object, conclusions were obtained about the influence of the morphometric characteristics of the channel, the hydrological and thermal parameters of the water flow, and the characteristics of the frozen channel-forming soil.

О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗАКОНАХ ГИДРОЛОГИИ

С.Г. Добровольский, В.П. Юшков, Т.Ю. Выручалкина, О.В. Соколова
Институт водных проблем РАН, г. Москва, sgdo@bk.ru

ON FUNDAMENTAL LAWS IN HYDROLOGY

S.G. Dobrovolski, V.P. Yushkov, T.Yu. Vyruchalkina, O.V. Sokolova
Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Актуальным является изучение теоретических основ гидрологии суши и выявление в ней фундаментальных законов. Методическая основа – новые варианты прикладных методов теории случайных функций, разработанные авторами. Предложены формулировки закономерностей в виде «закона минус второй степени» изменений массы воды на суше, «закона степени минус одна вторая» соотношения годовых коэффициентов вариации речного стока и средних годовых слоев стока, «закон глобальной статистической инвариантности» коэффициентов водообмена проточных озер по отношению к среднему стоку озерных рек.

Ключевые слова: масса вод суши, коэффициент вариации стока, коэффициент водообмена проточных озер.

Введение

В различных науках – в математике, физике, химии, биологии, но также и в метеорологии и климатологии – в процессе их развития выявлены «необходимые, существенные, устойчивые и повторяющиеся отношения между явлениями», которые принято называть законами [1]. Математическая формулировка этих законов, как правило, имеет очень простую форму.

В науках же о водах суши, гидрологии, формулированию наиболее общих закономерностей, которые описывали бы наиболее существенные отношения между основными объектами, процессами и их характеристиками, не уделяется должного внимания. Однако, накопление в последние десятилетия информации о гидрологических объектах и процессах, опыт их численного статистического анализа позволяет сделать предположение о том, что и в области гидрологии можно выявить присущие ей – универсальные законы.

Регион исследований, объекты и методы

Исследование проводилось в глобальном масштабе: наиболее общие законы гидрологии должны проявляться в различных природных зонах.

В качестве информационной основы использованы все доступные источники: из Интернета, научной литературы, ведомственных архивов и личных архивов авторов.

Для анализа данных применена новая система оценок статистических параметров процессов и параметров стохастических моделей, основанная на теории случайных функций – с использованием нового алгоритма генерирования псевдослучайных гауссовских чисел методом зеркального дублирования генерирующего процесса, нового алгоритма пересчета исходных рядов в ряды выборочных значений нормально распределенных случайных величин, новых формул оценки степени автокоррелированности процессов, нового критерия оценки порядка авторегрессионных процессов, новых

критериев стационарности/нестационарности процессов по матожиданию, дисперсиям и автокоррелированности. Указанные методы описаны в [7, 8].

Результаты и обсуждение

Закон «минус второй степени» естественных вариаций массы вод суши. Непосредственная инструментальная оценка межгодовых вариаций объема воды на суше чрезвычайно сложна или даже невозможна на современном этапе. Однако, оценивать изменения массы воды на суше можно при помощи расчетов эвстатических изменений среднего глобального уровня Мирового океана (СГУМО), если принять гипотезу о постоянстве всех земных вод, основанную на малости поступающих из глубинных слоев Земли ювенильных вод и рассеяния молекул воды в космическое пространство [2]. Временной ряд эвстатических изменений СГУМО был рассмотрен авторами в следующих двух вариантах. (1) Ряд годовых значений СГУМО [3] с 1881 по 1958 г., осредненный по четырем вариантам такого рода ряда (авторов Клиге; Fairbridge&Krebs; Gornitzetal; Barnett), полученным с использованием береговых уровнемерных постов. (2) Аналогичный ряд СГУМО с 1920 по 2002 г. с исключенной стерической составляющей из последнего отчета МГЭИК [4, 5]. (3) Ряд месячных величин уровня с 2003 по 2014 г., полученный в рамках проекта GRACE [6], с аккуратным выделением и отфильтровыванием из ряда уровня стерической составляющей и среднего сезонного хода.

Анализ каждого из указанных рядов СГУМО/массы воды на суше при помощи описанных в [7] новых методов статистических и стохастических оценок – показывает, что изменения этого параметра описываются моделью дискретного винеровского процесса, спектральная плотность которого асимптотически стремится к прямой линии с тангенсом угла наклона -2 в билогарифмических шкалах (рис. 1). Таким образом, одним из «кандидатов» на фундаментальные законы гидрологии является закон «минус второй степени» изменений суммарной массы воды на суше в климатических масштабах времени.

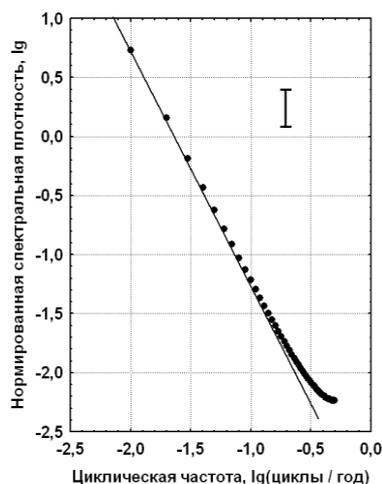


Рис. 1. График спектральной плотности изменений СГУМО/суммарной массы воды на суше. Ряд № 1. Вертикальный отрезок обозначает 95%-ный доверительный интервал.

Зависимость коэффициента вариации речного стока от слоя стока.
 Наиболее информативный показатель стохастических изменений стока рек – коэффициент вариации, C_V – корень из второго момента («стандарт»), деленный на средний многолетний годовой сток. В [7] показано, что ряды годовых значений стока рек «основного» типа питания – неозерных, не зарегулированных гидротехническими сооружениями – в основном близки к реализациям некоррелированных по времени случайных последовательностей, то есть, в большинстве случаев C_V дает достаточную информацию о многолетних изменениях стока реки. Интерес представляет зависимость C_V от средних значений того параметра, который формирует сток – годового слоя стока.

На рис. 2 показан соответствующий график, рассчитанный по данным примерно 1000 створов на реках «основного типа» с привлечением данных из 5 международных архивов (описаны в работах [7, 8]). Из рисунка видно, что для большей части диапазона годовых слоев стока зависимость между двумя параметрами, в билогарифмических шкалах, описывается при помощи прямой с тангенсом угла наклона -2 . Можно показать, что причиной указанной закономерности является ограниченный временной корреляционный масштаб синоптических образований в атмосфере, порождающих осадки и речной сток. Предлагаемый «закон» можно также вывести из соображений размерностей. Характерно также, что аналогичное соотношение «степени минус одна вторая» прослеживается не только в глобальном осреднении, но и для отдельных крупнейших речных бассейнов – и макрорегионов (в том числе территории Российской Федерации).

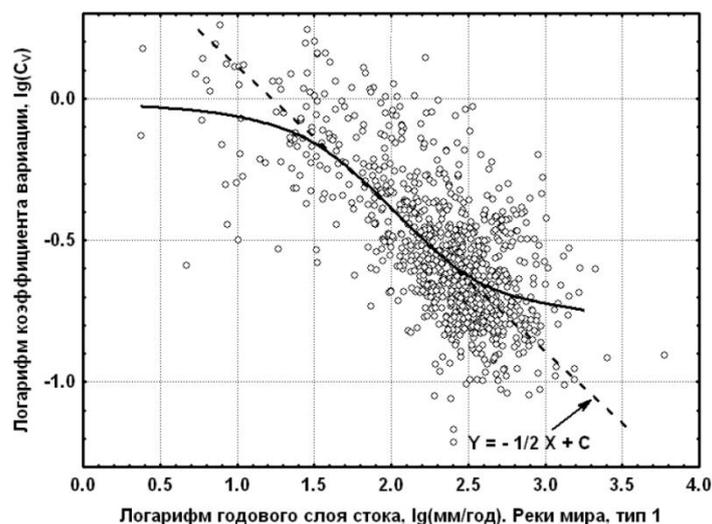


Рис. 2. Зависимость коэффициента вариации годового стока рек мира, C_V от среднего слоя годового стока водосбора, замыкаемого соответствующим створом. В билогарифмических шкалах. Сплошная линия – аппроксимация методом пространственно-взвешенных наименьших средних квадратов. Пунктирная линия обозначает прямую с тангенсом угла наклона $-1/2$.

Закон глобальной инвариантности коэффициентов водообмена проточных озёр относительно речного стока озерной реки. Коэффициент

водообмена озера, K_B рассчитывается, как отношение объема Q годового речного стока через озеро (проточное) к объему V воды в озере. Естественно предположить, что при построении зависимости K_B от Q с использованием данных по большому количеству проточных озер соотношение этих величин будет линейным и статистически значимым. Однако, расчеты показывают, что эти представления не подтверждаются. Для анализа была привлечена информация по 249 проточным озерам мира, для которых имелись длинные (не менее 20 лет) ряды годового стока рек в створах, расположенных в непосредственной близости от озера. Данные о параметрах озер взяты из работ, перечисленных в [9], информация о стоке озерных рек – из Приложения 1 к монографии [8]. Проточные озера составляют подавляющую часть всех озер мира. Наиболее многочисленны озера ледникового происхождения – моренные и морено-тектонические – они составляют 60,2% рассматриваемых озер. «Тектонические» озера, в группу которых помещены как собственно тектонические, так и вулканические озера – составляют 9,7%, прочие – 30,1%.

Парадоксальным образом, построение графика зависимости коэффициента водообмена (наиболее многочисленных) озер ледникового происхождения от среднего потока через озеро указывает на отсутствие статистически значимой зависимости (рис. 3а). Напротив, график соотношений коэффициентов и объемов озер (рис. 3б) обнаруживает четкую зависимость, близкую к линейной в билогарифмических шкалах.

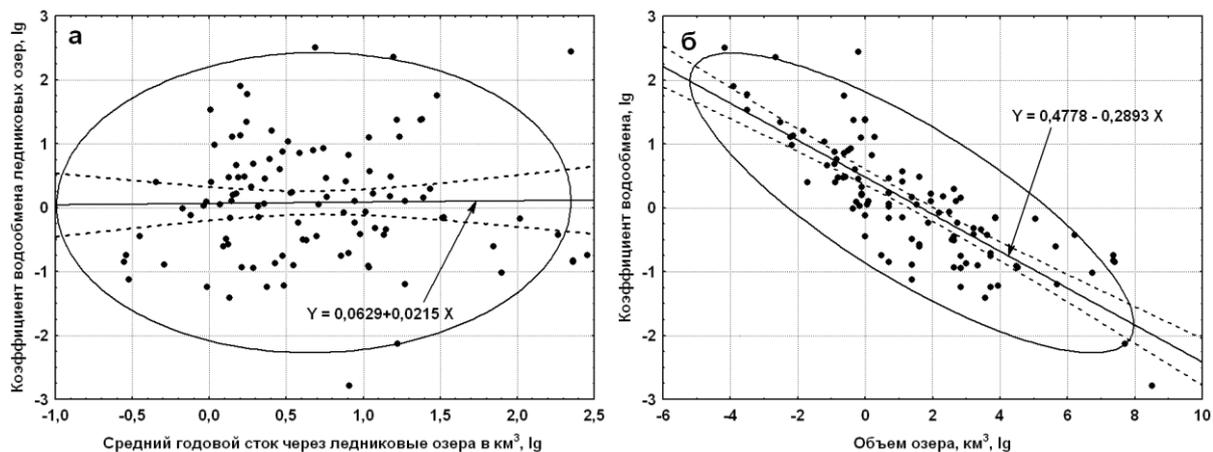


Рис. 3. Соотношения между коэффициентами водообмена озер ледникового происхождения и средним годовым потоком через озеро (а), объемами озер (б), в билогарифмических шкалах. Прямая линия – линейная аппроксимация методом наименьших средних квадратов. Пунктирные линии обозначают 95%-ные доверительные интервалы для линии регрессии. Овал – 95%-ный эллипс рассеяния.

Для озер тектонического происхождения также отсутствует зависимость коэффициента водообмена от среднего годового стока из озера: коэффициент линии регрессии в этом случае составляет величину, даже меньшую, чем в уравнении на рис. 13а: -0.045 .

С точки зрения авторов, объяснением описанного эффекта может быть намного большее разнообразие объемов озер по сравнению со стоком из озер. Диапазон рассмотренных величин годового стока из ледниковых озер

составляет около трех порядков (от 0.27 до 286 км³/год), в то время как диапазон объемов изучаемых озер составляет более 5 порядков (от 0.0155 до 5000 км³). Соответственно, дисперсия вариаций объемов озер примерно в 170 раз превышает дисперсию вариаций годовых объемов стока. Иными словами, объемы озер обладают намного большими возможностями воздействия на коэффициент водообмена, чем объемы стока. Фундаментальной причиной рассматриваемого явления является принципиальная разница в размерностях ключевых объектов, формирующих основные параметры: водосборные бассейны, формирующие сток, в первом приближении существенно двумерны, в то время как котловины озер, определяющие объем озерных вод, существенно трехмерны.

Выводы

Представляется, что впервые выявлены и сформулированы закономерности, которые могут быть «кандидатами» на статус универсальных законов гидрологии: «закон степени -2» естественных изменений суммарной массы воды на суше; «закон степени -1/2» соотношения годовых коэффициентов вариации стока рек основного типа и средних величин годового слоя стока с их водосборного бассейна; «закон глобальной статистической инвариантности» коэффициента водообмена проточных озер по отношению к среднему стоку вытекающих из них рек.

Благодарности

Работа выполнена в рамках Гос. задания ИВП РАН (тема FMWZ-2022-0001).

Литература

- [1] Большая советская энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1978.
- [2] Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л.: Гидрометиздат, 1974. 639 с.
- [3] *Dobrovolski S.G.* Stochastic climatetheory. Berlin: Springer, 2000. 286 p.
- [4] *Pörtner H.O. et al.* IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate // IPCC, 2019. – <https://www.ipcc.ch/srocc/>(дата обращения: 26.02.2022)
- [5] *Jevrejnova S. et al.* Trends and acceleration in global and regional sea levels since 1807 // *Global and Planetary Change*, 2014, 113, 11-22.
- [6] *Tapley B.D. et al.* GRACE measurements of mass variability in the Earth system // *Science*, 2004, 305(5683), 503-505.
- [7] *Добровольский С.Г.* Глобальные изменения речного стока. М.: Геос, 2011. 660 с.
- [8] *Добровольский С.Г.* Глобальная гидрология. М.: Геос, 2017. 540 с.
- [9] *Соколова О.В., Выручалкина Т.Ю., Соломонова И.В., Добровольский С.Г.* Проточные озера мира: анализ количественных параметров и их влияния на характер колебаний стока озерных рек // *Водн. рес.*, 2021. Т. 48, № 1. С. 1–12.

S u m m a r y. «A -2 power law» of changes in the total terrestrial water mass; «a -1/2 power law» of relations between the coefficient of variation of the river runoff and the river depth; «global invariance law» of the coefficient of exchange of drainage lakes with respect to the runoff of the appropriate lake river have been proposed in the paper.

СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ДО И ПОСЛЕ ОБНОВЛЕНИЯ ПРИДОННЫХ ВОД ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОЕ, ОТДЕЛЯЮЩЕГОСЯ ОТ БЕЛОГО МОРЯ

Д.А. Иванова¹, Е.Д. Краснова², Д.А. Воронов³, И.Г. Радченко⁴

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da.ivanova99@yandex.ru

²ББС МГУ им. Н.А. Перцова, пос. Приморский, Респ. Карелия, e_d_krasnova@mail.ru

³ИППИ им. А.А. Харкевича РАН, г. Москва, da_voronov@mail.ru

⁴МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, iraradchenko@yandex.ru

COMPARISON OF THE SUMMER PHYTOPLANKTON STRUCTURE BEFORE AND AFTER THE RENEWAL OF THE BOTTOM WATER IN LAKE KISLO-SLADKOE, SEPARATED FROM THE WHITE SEA

D.A. Ivanova¹, E.D. Krasnova², D.A. Voronov³, I.G. Radchenko⁴

¹Lomonosov MSU, Moscow

²Nikolai Pertsov WSBS of Lomonosov MSU, Primorskiy, Karelia

³IITP of A.A. Kharkevich of RAS, Moscow

⁴Lomonosov MSU, Moscow

Аннотация. В работе приведены данные по видовому составу и углеродной биомассе доминирующих форм фитопланктона с июня по август в 2019 г., после промывки Кисло-Сладкого озера морской водой перед ледоставом, и в 2021 г., когда осенне-зимнее обновление придонных вод озера не происходило. Также представлены результаты статистического анализа сходства и различий в структуре летнего фитопланктона (nMDS, SIMPER, one-way ANOSIM) в различающиеся по гидрологическим характеристикам годы.

Ключевые слова: Белое море, отделяющиеся водоемы, летний фитопланктон, меромиксия.

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 [2]. Поздней осенью, когда море охлаждается до отрицательных температур, в озеро могут приходиться водные массы с повышенной плотностью и опускаться на дно, что приводит к промывке водоема. В обычные годы к моменту ледостава, который защищает водоем от забросов из моря, в озере сохраняется стратификация, которая установилась летом. Данная работа представляет собой сравнительный анализ структуры фитопланктона с июня по август в 2019 г., после промывки Кисло-Сладкого озера морской водой перед ледоставом, и в 2021 г., когда осенне-зимнее обновление придонных вод озера не происходило.

Материалы и методы

Для исследования фитопланктона отбирали пробы воды объемом до 1 л с помощью погружного насоса Whale Premium Submersible Pump GP1352 (США) и фиксировали формалином с конечной концентрацией 2%. Пробы отбирали с различных глубин, от 0,5 м до придонного слоя на глубине 4,5 м, а с развитием сероводородной зоны – до ее границы, 2,8-4,3 м. Пробы концентрировали

методом обратной фильтрации (диаметр пор 5 мкм), просчитывали в камере Нажотта (объем 0,05 мл) на микроскопе МИКМЕД-1 (Россия) при увеличении х300 и х600 с водной иммерсией, а также на МИКМЕД-6 при увеличении х200 и х400. Просчитывали по 3 камеры для каждой пробы. Для верификации видовой принадлежности диатомовые водоросли просматривали на электронном микроскопе Camscan S-2 Cambridge Scanning Electron Microscope (Великобритания). Для расчета углеродной биомассы (B_C , мгС/м³) объемы клеток определяли методом геометрического подобия [3] с последующим переводом в единицы углерода [4]. Интегрированную углеродную биомассу (B_{int} , мгС/м²) в столбе воды оценивали трапециевидным интегрированием B_C от поверхности до дна. Статистический анализ сходства и различий в структуре фитопланктона проводили в программе «PRIMER 6», используя процедуры CLUSTER, nMDS, one-way ANOSIM и SIMPER.

Результаты

В летний период исследований обнаружены 51 таксон фитопланктона – в 2019 г., 48 таксонов – в 2021 г., большая часть которых определена до вида или рода, принадлежащих 10 классам: Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Dinophyceae, Oxyrrhidophyceae, Cyanophyceae, Chlorodendrophyceae, Chlorophyceae, Dictyochophyceae, Thecofilosea. Остальные водоросли были отнесены к криптофитовым и эвгленовым.

Летом 2019 г. B_{int} составляла 92-107 мгС/м² с падением до 41 мгС/м² в середине июля (рис. 1). В 2021 г. B_{int} варьировала с 13 до 135 мгС/м² с пиком в начале августа.

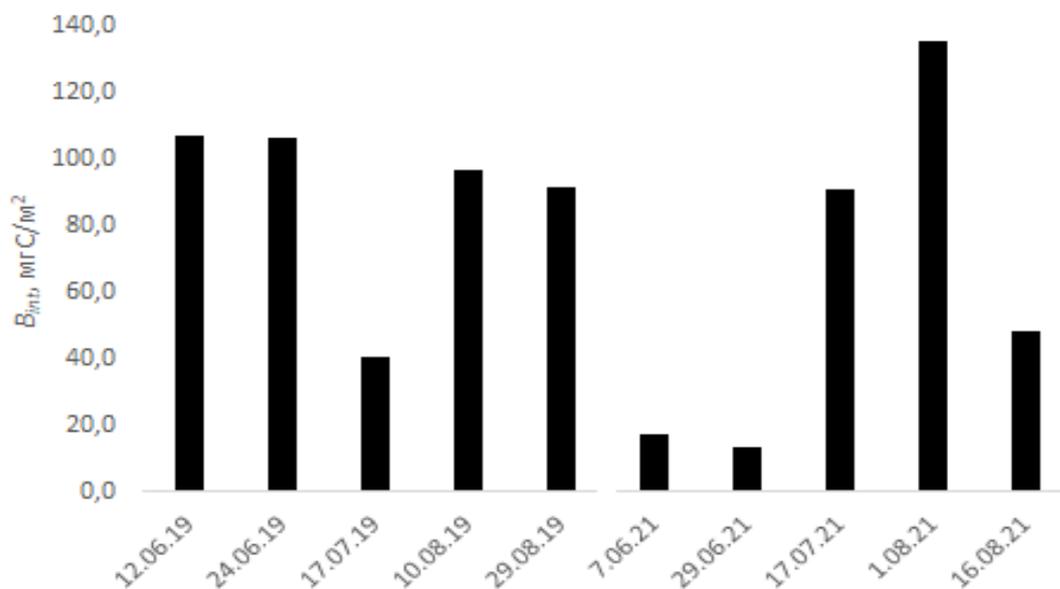


Рис. 1. Динамика интегрированной биомассы летнего фитопланктона оз. Кисло-Сладкое.

nMDS проб фитопланктона на основе B_{int} , трансформированной в корень квадратный, показал, что на уровне сходства 40% пробы объединяются в четыре группы (рис. 2). Одноуровневый ANOSIM выявил достоверные различия между выделенными группами (наблюдаемое значение статистики $R = 0,953$, $p = 0,001$, число случайных вариантов = 999, число случайных вариантов, давших значение R , большее или равное наблюдаемому, = 0). В группу **A** вошли пробы июня и июля 2019 г., по результатам анализа SIMPER сходство внутри группы составило 49%. Характерными видами группы **A** с вкладом в сходство в скобках стали гетеротрофные *Ebria tripartita* (20%) и *Gyrodinium fusiforme* (19%) и автотрофный *Gymnodinium arcticum* (18%). К группе **B** принадлежат пробы августа 2019 г., сходство внутри группы – 60%, характерные виды – гетеротрофные *Oxvrrhis marina* (66%), *E. tripartita* (13%) и *G. fusiforme* (11%). Различие между группами **A** и **B** составляет 69%. В группу **C** входят пробы июня 2021 г., сходство внутри группы составляет 53%, характерными видами стали автотрофные *Cyclotella choctawhatcheeana* (57%) и *Microcystis ichtyoblabe* (12%). К группе **D** принадлежат пробы июля и августа 2021 г., сходство внутри группы – 47%, характерные виды – гетеротрофный *O. marina* (43%) и автотрофный *C. choctawhatcheeana* (31%). Различие между группами **C** и **D** составляет 66%. Различие между аналогичными периодами двух лет, то есть между группами **A** и **C** и между группами **B** и **D**, составляет 83% и 62% соответственно.

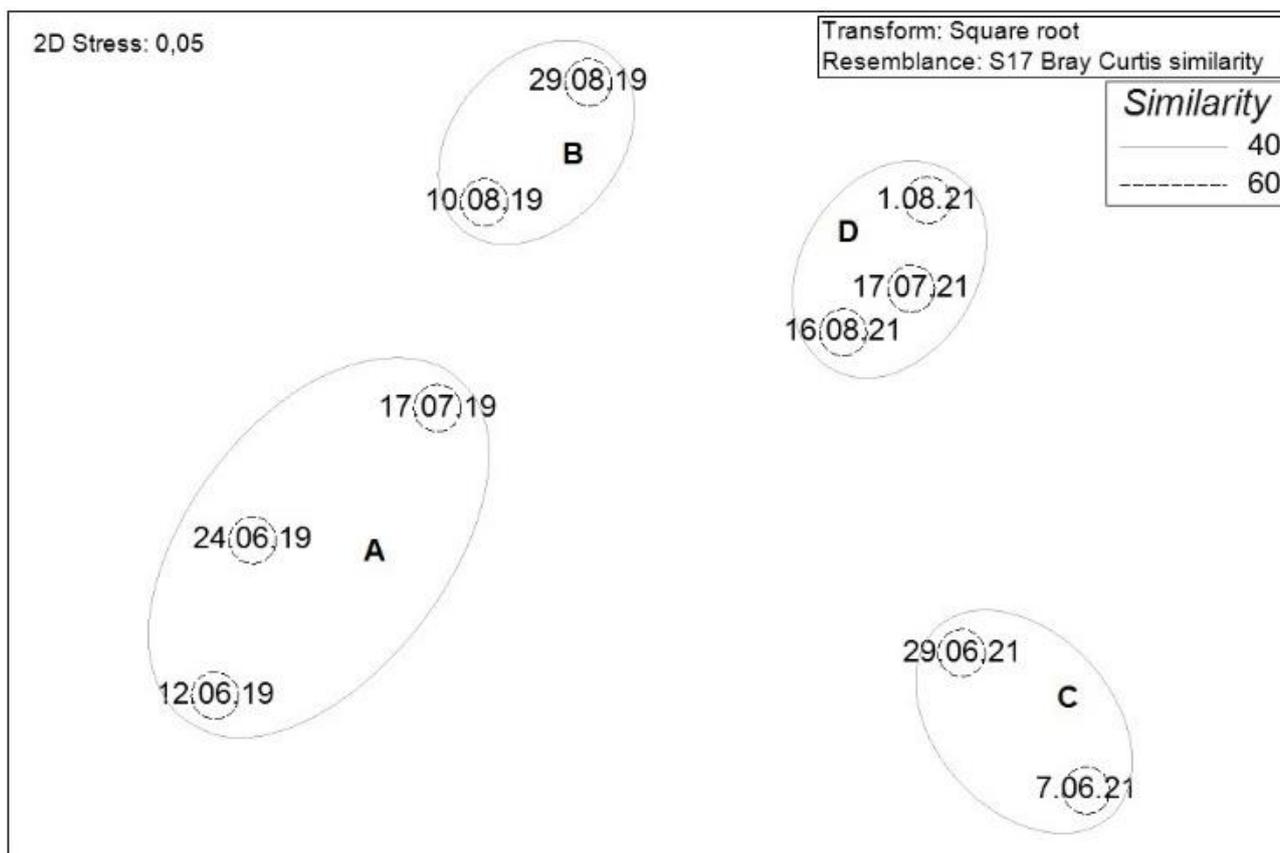


Рис. 2. Ординация (nMDS) проб фитопланктона на основе B_{int} .

Обсуждение

Динамика интегрированной на столб воды биомассы летнего фитопланктона в год после промывки озера морской водой в 2019 г. отличалась от таковой без предшествующей промывки в 2021 г. В 2019 г. биомасса была высокой как в июне, так и в августе, с падением в середине июля, тогда как в 2021 г. биомасса фитопланктона значительно варьировала: в июне и конце августа была низкой, а максимальных значений достигала в начале августа. Максимальные значения биомасс фитопланктона в 2019 г. и 2021 г были близки – 107 и 135 мгС/м² соответственно – и были значительно ниже весеннего и осеннего пиков в 2019 г. [1]. Оба года характеризовались развитием двух комплексов фитопланктона: первый вегетировал в июне-июле, второй – в августе. При этом, в июне-июле 2019 г. среди характерных видов наряду с гетеротрофными значительная доля принадлежала автотрофным видам, а в 2021 г. характерные виды с наибольшим вкладом в сходство были автотрофами и отличались от характерных видов в 2019 г. Второй комплекс характерных видов, сформировавшийся в августе, в 2019 г. состоял из гетеротрофных видов, а в 2021 г. – преимущественно из гетеротрофных видов. При этом в оба года основной вклад в сходство давал вид *Oxyrrhis marina*, обилие которого вероятнее всего связано с развитием микроорганизмов хемоклина.

Выводы

Таким образом, структура летнего фитопланктона озера Кисло-Сладкое в годы с предшествующей промывкой и без промывки отличается. При этом наибольшее отличие отмечено в июне-июле.

Литература

- [1] *Иванова Д.А. и др.* Сезонная динамика альгофлоры стратифицированного озера Кисло-Сладкое, частично изолированного от Белого моря // *Океанология*. 2022. Т. 62. № 2. С.1-15. [В печати]
- [2] *Краснова Е.Д. и др.* К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // *Труды Беломорской биостанции МГУ*. 2016. Т. 12. С. 211-241.
- [3] *Hillebrand H. et al.* Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae // *Journal of phycology*. 1999. Vol. 35. № 2. P. 403-424.
- [4] *Menden-Deuer S., Lessard E.J.* Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnol. Oceanogr.* 2000. Vol. 45. № 3. P. 569-579.

S u m m a r y. The report contains data on species composition and carbon biomass of dominant phytoplankton forms from June to August in 2019 when Kисло-Sladkoe Lake was flushed with seawater before ice covering, and in 2021 when the autumn-winter renewal of bottom water did not occur in the lake. The results of a dissimilarity statistical analysis in the structure of summer phytoplankton (nMDS, SIMPER, one-way ANOSIM) in these hydrologically different years are also presented.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗБРАННЫХ ОЗЕР ЭОЛОВОГО И КАРСТОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КЕЛЕЦКОМ РЕГИОНЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЛЬШИ) СВЕНТОКШИСКОГО ВОЕВОДСТВА

П.И. Кирвель¹, А. Зелиньски², А. Хоиньски³

¹ «Институт мелиорации» (РУП «Институт мелиорации») г. Минск, ул. Некрасова, 39, Республика Беларусь, pavelkirviel@yandex.ru

² Университет им. Яна Кохановского в Кельцах, 25-406, ул. Университетская, 7, г. Кельце, Польша, artur.zielinski@ujk.kielce.pl

³ Университет им. Адама Мицкевича в Познани, 61-680, ул. Крыговского, 10, г. Познань, Польша, choinski@amu.edu.pl

CHARACTERISTICS OF SELECTED LAKES OF EOLIAN AND KARST ORIGIN IN THE KIELCE REGION (SOUTHEASTERN PART OF CENTRAL POLAND) OF THE ŚWIĘTOKRZYSKIE VOIVODESHIP

P.I. Kirvel¹, A. Zielinski², A. Choiński³

¹ «Institute for Land Reclamation» (RUE «Institute for Land Reclamation») 220040, Minsk, Nekrasov street, 39, Belarus

² University Jan Kokhanovsky in Kielce, 25-406, st. Universitetskaya, 7, Kielce, Poland

³ Department of Hydrology and Water Management Adam Mickiewicz University Krygowskiego 10, 61-680 Poznań, Poland

Аннотация. В Свентокшиском воеводстве, озера встречаются спорадически. Однако в некоторых местах эти водоемы более многочисленны. Как правило, это мелкие объекты, большинство из которых не подвергалось детальным исследованиям и их диагностика была низкой. Поэтому целью работы является углубление знаний об этих озерах. В разработке представлены характеристики нескольких озер эолового и карстового происхождения. Результаты исследований позволили определить особенности морфометрических параметров, свидетельствующих об исключительно большом разнообразии физико-химических показателей вод, а также о возможности периодического исчезновения озер. Кроме того, полученные результаты исследований являются необходимой и хорошей основой для дальнейшего расширения знаний об озерах, что в условиях нарастающего водного дефицита и снижения уровня поверхностных и подземных вод, несомненно, важно.

Ключевые слова: карстовые и эоловые озера, морфометрия озер, Свентокшиское воеводство.

Введение

На возвышенностях Центральной Польши озера встречаются спорадически, а в Свентокшиском воеводстве озер мало [1]. Однако в некоторых местах эти водоемы могут быть более многочисленными, например, в районе бассейна реки Верна-Ржека, на что указывали [3, 4], утверждая, что группировка озер в Свентокшиском регионе может быть основанием для названия района их возникновения «Свентокшиское поозерье». Эти же авторы отмечали также, что это название может употребляться не в региональном смысле, а только как определение ареала возникновения естественных водоемов в несколько большем количестве и со специфическим, однородным происхождением, которое они связывали с эоловыми процессами.

Характеристика исследуемых озёр

Первая по величине группа озер в Свентокшиском воеводстве – это естественные эоловые резервуары. Они расположены в северной части

Нидзянского бассейна [9, 10]. Прогрессирующий процесс понижения уровня поверхностных и подземных вод в последние годы, а также удлинение периодов дефицита дождевой воды обуславливают необходимость еще большего внимания уделять всем природным водоемам. Поэтому были приняты меры по расширению знаний о карстовых и эоловых озерах Свентокшиского региона

Происхождение этих озер следует искать в поздневисульском цикле дюн. В это время создаются дюнные комплексы и отдельные дюнные формы, иногда сопровождающиеся дефляционными ложбинами. По мнению авторов, дно этих котловин во многих случаях достигало водоупорных отложений, а в результате подъема уровня грунтовых вод в голоцене и поверхностного питания в некоторых из этих котловин образовались озера или заболоченные участки.

Вторая группа озер, отобранных для исследования, – это озера карстового происхождения. Эти озёра расположены в южной части Нидзянского бассейна. Цель изучения объектов заключалась в выяснении и уточнении их морфометрических характеристик, особенностей донных отложений, а также некоторых гидрохимических показателей. При сборе материала определялась глубина залегания донных отложений с помощью эхолота и автомобильного зонда, а место отбора определялось с помощью GPS. При этом измеряли температуру поверхности водного слоя и температуру вертикального распределения, pH, содержание кислорода и прозрачность воды с помощью диска Секки. Кроме того, в лаборатории исследовали pH собранных озерных отложений электрометрическим методом, содержание органических веществ (морг) и зольность (р) путем обжига в муфельной печи при 550°C, содержание карбоната кальция (CaCO₃) по методу Шейблера (табл. 1).

Таблица 1. Результаты натуральных и лабораторных измерений донных отложений

№ п. п.	Навание озера	Высота озера над уровне моря, м.	Прозрачность воды, м	Координаты отбора проб	Глубина отбора проб, м	Температура поверхностной воды, °С	pH	CaCO ₃ %	m _{org} %	р %
1.	Эльжбета	249	0,3	50° 53,817' 20° 15,468'	1,4	25,7 (16,0 – на гл. 1,6 м)	5,46	6,11	73,3	26,7
2.	Эльжбета	249	0,3	50° 53,825' 20° 15,412'	1,5	-	5,81	2,04	82,6	17,4
3.	Эльжбета	249	0,3	50° 53,847' 20° 15,399'	0,9	-	5,26	4,49	77,2	22,8
4.	Руда	238	0,3	50° 52,549' 20° 14,834'	0,5	25,7 (22,5 на гл. 1,1 м)	5,35	0,4	9,3	90,7
5.	Руда	238	0,3	50° 52,540' 20° 14,885'	0,6	-	4,82	1,88	55,6	44,4
6.	Руда	238	0,3	50° 52,549' 20° 14,862'	0,8	-	5,28	0,6	18,4	81,6

На основе полевых измерений и картографических материалов, в частности ортофотопланов 2010 г., впервые были составлены предварительные морфометрические данные исследованных озёр (табл. 2).

В 2012 и 2021г.г. авторы сравнили толщину ледяного покрова озёр как эолового, так и карстового происхождения в Свентокшиском регионе [5, 6]. В меководном озере зимой теплозапас сапропеля на порядок больше, чем в водной массе [7, 8]. Параметры, характеризующие бассейн озера, определялись по методике, предложенной [2], при этом развитие береговой линии определялось индексом K1, а относительная глубина рассчитывалась по формуле Хальбфаса.

Таблица 2. Морфометрические показатели исследуемых озёр (1)

Параметры	Озёра				
	Ставяны	Мочудло	Бронина	Руда	Ельжбеты
Площадь, га	0,13	0,23	2	2,07	1,36
Длинна, 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
Длинна 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

Анализируемые озера небольшие по площади, имеют малые средние глубины, что в свою очередь обуславливает малые водные ресурсы. Форма чаш озёр очень разнообразна. Озеро Ставяны имеет вогнутую чашу, Мочидло – коническую, а Бронина – параболоидную. Исключительно малые значения показателей доказывают, что озера не подвержены влиянию внешних факторов. На рис. 1, 2, 3и 4 показаны вертикальные распределения температуры, рН, кислорода и электропроводности.

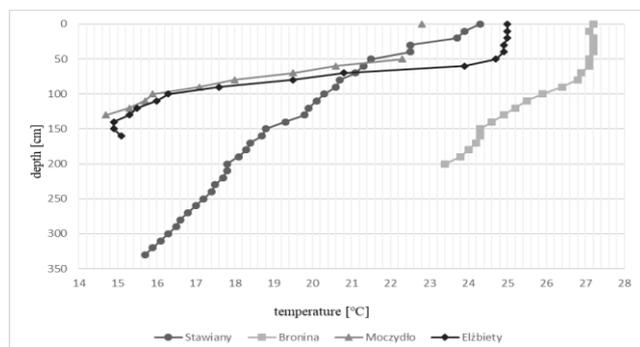


Рис. 1. Температура воды в озёрах.

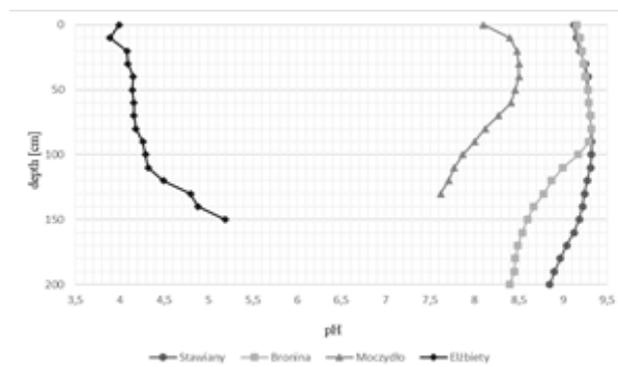


Рис. 2. pH воды в озёрах.

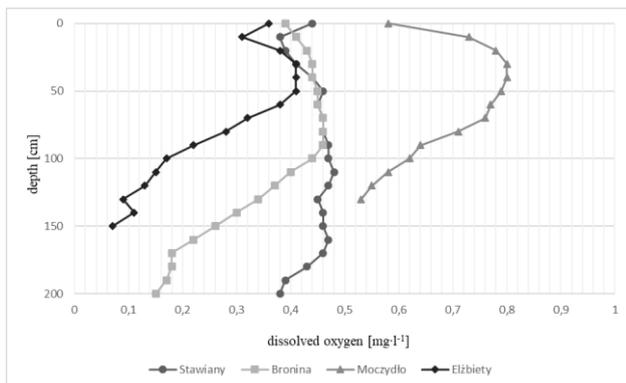


Рис. 3. Кислород в воде озёр.

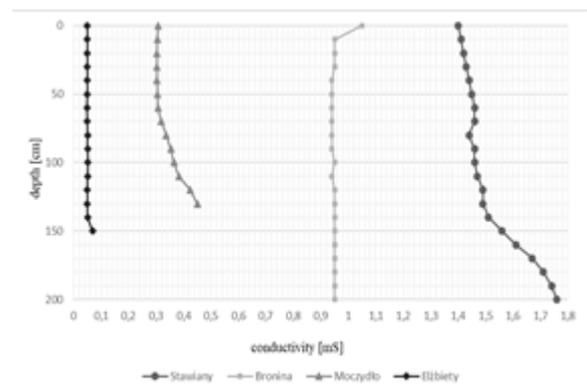


Рис. 4. Электропроводность воды в озёрах.

Полевые измерения проводились 26 и 27 июня. 2021 года. Несмотря на небольшие глубины озер, в ряде случаев наблюдались совершенно беспрецедентные различия анализируемых параметров. Поэтому замеры проводились через каждые 10 см. Такая процедура позволяла фиксировать даже минимальные изменения в заданных единицах измерения. Температура воды озера Бронина показывает, что эпилимнион имеет толщину всего 0,8 метра, а до дна, или глубиной 2 метра, идет металлимнионоподобный слой с градиентом примерно 4 °С на метр. В случае с другими озерами перепады температуры ко дну в несколько раз больше. В случае озера Ставяны перепад температуры от поверхности ко дну относительно равномерен и составляет 8,8 °С ко дну, т. е. на глубину 3,6 метра. В двух других озерах наблюдаются еще большие градиенты перепадов температур. И Эльжбетское, и Мочидловское озера имеют эпилимнионные плиты, т.е. только до глубины 0,5 метра. Ниже этой глубины наблюдаются резкие перепады температуры ко дну, т.е. на глубину около 1,5 метров. С глубины от 0,5 метра до 1,0 метра в случае озера Мочидло падает 6,7 °С на 0,5 метра, а на озере Эльжбети целых 8,4 °С на 0,5 метра. Это чрезвычайно высокие значения. рН воды сильно варьируется. Так воды озера Ставяны и Бронина сильнощелочные - рН выше 8,5, воды озера Мочидло слабощелочные - рН от 7,5 до 8,5, а воды золотого озера Эльжбета имеют кислые воды - рН от 4 до 5. Насыщение воды кислородом, как и значение рН, находится в очень большом диапазоне. Максимальный уровень кислорода находится на глубине от 0,5 до 1,0 м, а самый низкий – определенно на дне. Наименьшее количество растворенного кислорода содержится в водах озера Эльжбета, и в данном случае это лишь следовые количества на дне, то есть всего 0,06 мг. л-1. Проводимость воды анализируемых озер на вертикальных профилях слабо дифференцирована, а в случае озер Эльжбета и Бронина практически выровнена по вертикали. Однако существуют очень большие различия по этому показателю между отдельными озерами. Озеро Эльжбете имеет проводимость воды в несколько раз ниже, чем у озер Мочидло и Бронина, и в несколько раз меньше, чем у озера Ставяны. Приведенное выше большое разнообразие вод этих малых озер обусловлено, главным образом, тремя факторами: характером водосбора озера, различной защищенностью водной поверхности от атмосферных факторов и, в значительной степени,

питанием озерных бассейнов притоками. подземных вод. Они отвечают за уникальное вертикальное распределение температуры. Доказательством интенсивных притоков стало то, что во время замеров температуры в некоторых стояках и точках замеров показывали скачки на $0,5^{\circ}\text{C}$ в данный момент. Это свидетельствует о пульсирующем притоке грунтовых вод. Кроме того, были проведены измерения температуры в заболоченных местах на южном берегу озера Эльжбиеты. На стыке суши и воды температура составила $22,3^{\circ}\text{C}$, в 2 м южнее этого места произошло падение до $20,1^{\circ}\text{C}$, в 5 м от берега температура составила $15,8^{\circ}\text{C}$, а в 9 м от берега – всего $13,9^{\circ}\text{C}$.

Выводы

Впервые выполненные исследования озёр показали их уникальность, которая связана с разным характером бассейна анализируемых озер по отношению к расположенным в зоне последнего оледенения. Несмотря на то, что выбранные озера расположены в непосредственной близости друг от друга, их донные отложения значительно разнообразны, характеризуются значительным содержанием органического вещества и относительно высокой диверсификацией физико-химических параметров воды. Им свойственны экстремальные значения некоторых показателей, таких как исключительно большой температурный градиент или крайне низкая кислотность воды. Кроме того, следует отметить, что некоторые из озер Свентокшиского региона могут носить периодический характер. Несмотря на скудные водные ресурсы, анализируемые озера представляют научную ценность, хотя приведенные выше результаты следует считать предварительными, их расширение в будущем будет весьма оправданным.

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] *Jaśkowski B., Sołtysik R.* 2003a, The origin and age of the lakes of the Świętokrzyski Lake District, *Limnological Review*, Volume 3/2003, Kielce, s. 101-106.
- [4] *Jaśkowski B., Sołtysik 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.
- [5] *Кирвель П.И.* Особенности малых озёр Келецкого региона (Юго –восточная часть Центральной Польши) / П.И. Кирвель, А. Зелиньски, А. Хоиньски // *География: развитие науки и образования: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 21-23 апреля 2021 года: в II томах* / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2021 – Том I. – С. 262–265.

- [6] *Kirvel Pavel*. Heat reserves of lakes of Belarus/ Pavel Kirvel, // *Limnol. Rev.* – Sciendo, 2020 – Vol. 3 – P. 161-171.
- [7] *Pavel Kirvel*. Ice conditions of lake in Przedboska Upland and Nida Trough / Pavel Kirvel, Artur Zieliński, Adam Choiński// *Natural and Antropogenic Transformations of lake: materials of International Limnological conference, 19-21 september 2012 – Łagów Lubuski (Poland) / Inst. of Meteorol. and Water Management – National Research Institute – Poznań, 2012. – P. 50-51*
- [8] *Кирвель П.И.* Особенности ледового режима озёр Беларуси / П.И. Кирвель // *Вес. Беларус. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія.* – 2007 – № 3 – С. 59–65.
- [9] *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.
- [10] *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.

S u m m a r y. For the first time, studies of lakes have shown their uniqueness, which is associated with the different nature of the basin of the analyzed lakes in relation to those located in the zone of the last glaciation. Despite the fact that the selected lakes are located in close proximity to each other, their bottom sediments are significantly diverse, characterized by a significant content of organic matter and a relatively high diversification of the physicochemical parameters of water. They are characterized by extreme values of some indicators, such as an exceptionally large temperature gradient or extremely low acidity of the water. In addition, it should be noted that some of the lakes in the Świętokrzyskie region may be of a periodic nature. Despite the scarce water resources, the analyzed lakes are of scientific value, although the above results should be considered preliminary, their expansion in the future will be highly justified.

АНАЛИЗ РАЗРЕЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ОРДОСНО

М.В. Логинова¹, И.М. Греков¹

¹*РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, darialoginn@gmail.com*

ANALYSIS OF BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE ORDOSNO

M.V. Loginova¹, I.M. Grekov¹

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

Аннотация. В ходе историко-географической экспедиции в июле 2021 года были проведены полевые палеолимонологические исследования. На озере Ордосно выполнен отбор кернов на всю мощность донных отложений, проведено литологическое описание, отобраны пробы для лабораторных анализов. В лабораторных условиях проведены анализ потерь массы органики при прокаливании и гранулометрический анализ. Предварительные результаты исследования позволяют предположить, что в озере вскрыты отложения озерно-ледникового и

современного озерного происхождения. На основе полученных результатов планируется построение стратиграфической шкалы.

Ключевые слова: «*путь из варяг в греки*», озеро Ордосно, донные отложения, потери при прокаливании, гранулометрический анализ.

Введение

Водные пути всегда имели большое значение для человечества. По рекам и озерам перемещались люди, перевозились различные грузы. Одним из известных нам таких водных путей является путь «из варяг в греки», пролежавший по рекам и ведущим из вод Балтийского моря в Черное [2].

Регион исследований, объекты и методы

В ходе летней экспедиции 2021 года были проведены гидрологические исследования на озере юго-западной части Валдайской возвышенности, находящегося на юге территории Псковской области. Исследуемое озеро имеет название Ордосно (координаты – 56.01650, 30.92056), через которое протекает река Усвяча, являющаяся правым притоком Западной Двины (рис. 1). Высота озера над уровнем моря 148 метров, площадь озера 5,1 км², максимальная глубина озера 6,7 метров, средняя глубина – 3,2 метра, имеется 6 островов. Рельеф области исследований по большей части равнинный, преобладают таежно-широколиственные леса.

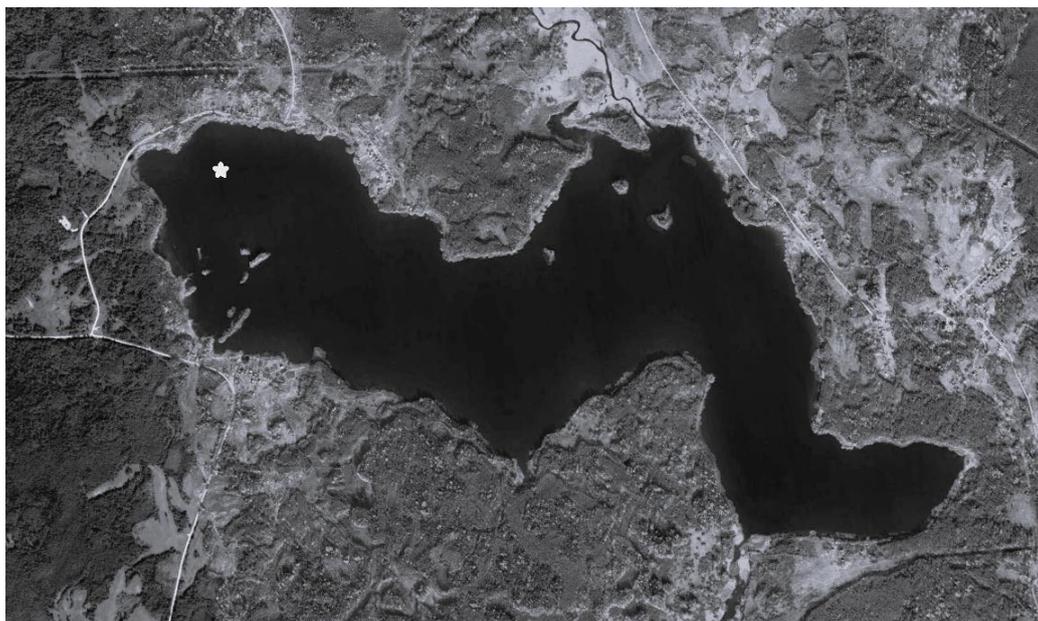


Рис. 1. Район и объект исследований.

Полевые исследования включали изучение рельефа, высотного положения водоема, выбор и визуальное обследование озер, уточнение отметок уреза воды и порогов стока, батиметрические съемки, отбор проб современных донных отложений, отбор кернов донных отложений озера торфяным буром для последующих гранулометрического анализа, определения потери массы при прокаливании и радиоуглеродного датирования, литологическое описание донных отложений.

Результаты и обсуждение

В нижней части колонки донных отложений алевриты, под которыми, предположительно, располагается серая глина (по визуальному анализу задетых концом торфяного бура отложений), в верхней части различные виды гиттии (табл. 1).

Данные, полученные при определении потерь массы органики при прокаливании [1] образцов донных отложений озера Ордосно (глубина отложений 2,3-7,5 метров от поверхности воды) при температуре 550°C демонстрируют колебания от 40 до 1% по профилю разреза, отражающие содержание органического вещества и свидетельствуют об изменениях биопродуктивности водоема и климатических параметров. Таким образом, на основании смены литологического состава и изменения оценочного содержания органического вещества в донных отложениях выделены две зоны (рис. 2). Зона 1 глубиной 6,64-7,5 метров от поверхности воды показывают резкое уменьшение процента потерь массы и соответственно, низкую биопродуктивность озера в то время, что соответствует условиям приледникового водоема. Зона 2.1 имеет относительно всей колонки высокие показатели процента потерь не менее 25%. В зоне 2.2 глубиной 3,23-3,42 метра наблюдается резкое уменьшение процента потерь до 18-20%. В зоне 2.3 показатели потерь возвращаются на уровень зоны 2.2 и в верхней части глубиной 2,32-2,45 имеют наибольшие показатели в разрезе.

Таблица 1. Описание керна

№ керна	Глубина	Описание
1	3,3-4,3	3,3-3,39 – более светлая гиттия, ниже становится темнее
2	4,1-5,1	4,1-4,5 – бурая гиттия 4,5-5,1 – темно-бурая гиттия
3	4,9-5,9	4,9-5,2 – темно-бурая гиттия 5,2-5,9 – серо-бурая гиттия
4	5,7-6,7	5,7-6,4 – серо-бурая гиттия 6,4-6,55 – более опесчаненная и более темная гиттия 6,55-6,62 – чередование светлых и темных слоев 6,62-6,67 – светло-коричневая с более светлыми прослоями опесчаненная среднезернистым песком гиттия 6,67-6,7 – темно-оливковая опесчаненная среднезернистым песком гиттия

5	6,5-7,5	6,5-6,62 – серо-бурая гиттия 6,62-6,69 – светло-коричневая с прослоями гиттия 6,69-6,74 – темно-оливковая гиттия к низу светлеет и становится серой 6,77-6,97 – тонкослоистый алеврит, переслаиваемый темно-серым и светло-серым 6,97-7,4 – тонкослоистый алеврит, переслаиваемый темно-серым и светло-серым (мощность прослоев от 5 мм) 7,4-7,5 – серо-бежевый алеврит
6	2,3-3,3	2,3-2,44 – зеленовато-оливковая обводненная гиттия 2,44-3,24 – коричневатого-оливковая гиттия

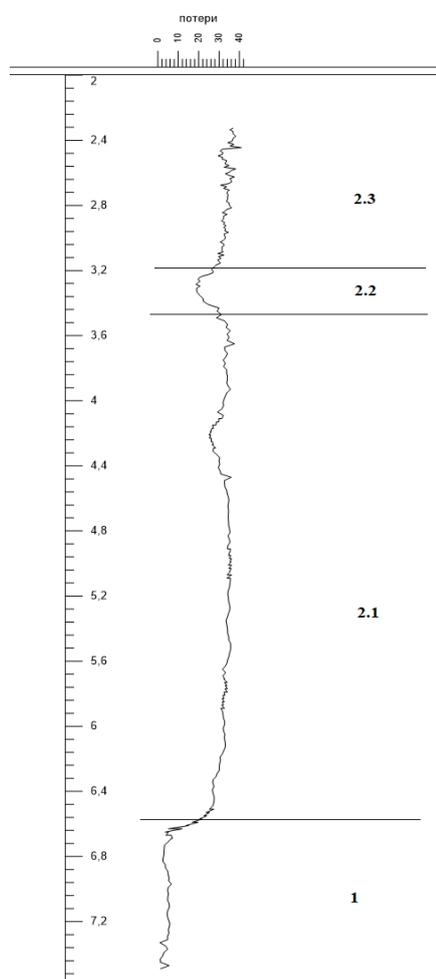


Рис. 2. Данные потерь при прокаливании.

Данные, полученные при гранулометрическом анализе лазерным анализатором микрочастиц «Ласка», показывают средний размер частиц верхнего керна (2,3-3,3 метра от поверхности воды) в количественном значении. Пробоподготовка образцов гранулометрического анализа проводится в маркированных пробирках объемом 10 мл, в которые помещается образец, и заливается раствором концентрированной перекиси водорода 30-40% и дистиллированной воды в пропорциях 1:1, после чего образцы помещаются в

вытяжной шкаф на месяц до растворения содержащихся в образце органических соединений образца в жидкости и прекращения видимой реакции [3]. Показатель размеров частиц колеблется от 4,9 до 11,2 микрон по трем измерениям каждого образца, что свидетельствует о достаточно мелких фракциях в составе отложений. В целом по керну размер частиц в образцах не превышает 250 микрон, большая часть частиц имеет размерность в пределах 2-10 микрон (табл. 2) (рис. 3), верхняя и нижняя часть керна имеет наименьшую среднюю размерность, самые крупные частицы встречаются в средней части керна. Гранулометрический анализ образцов проведен в лаборатории палеолимнологии РГПУ им. А.И. Герцена.

Таблица 2. Гранулометрический состав донных отложений

Размер частиц	Донные отложения
<10 мкм	Илистая фракция (глины)
10-50 мкм	Алеврит мелкий
50-100 мкм	Алеврит крупный
100-250 мкм	Песок мелкий

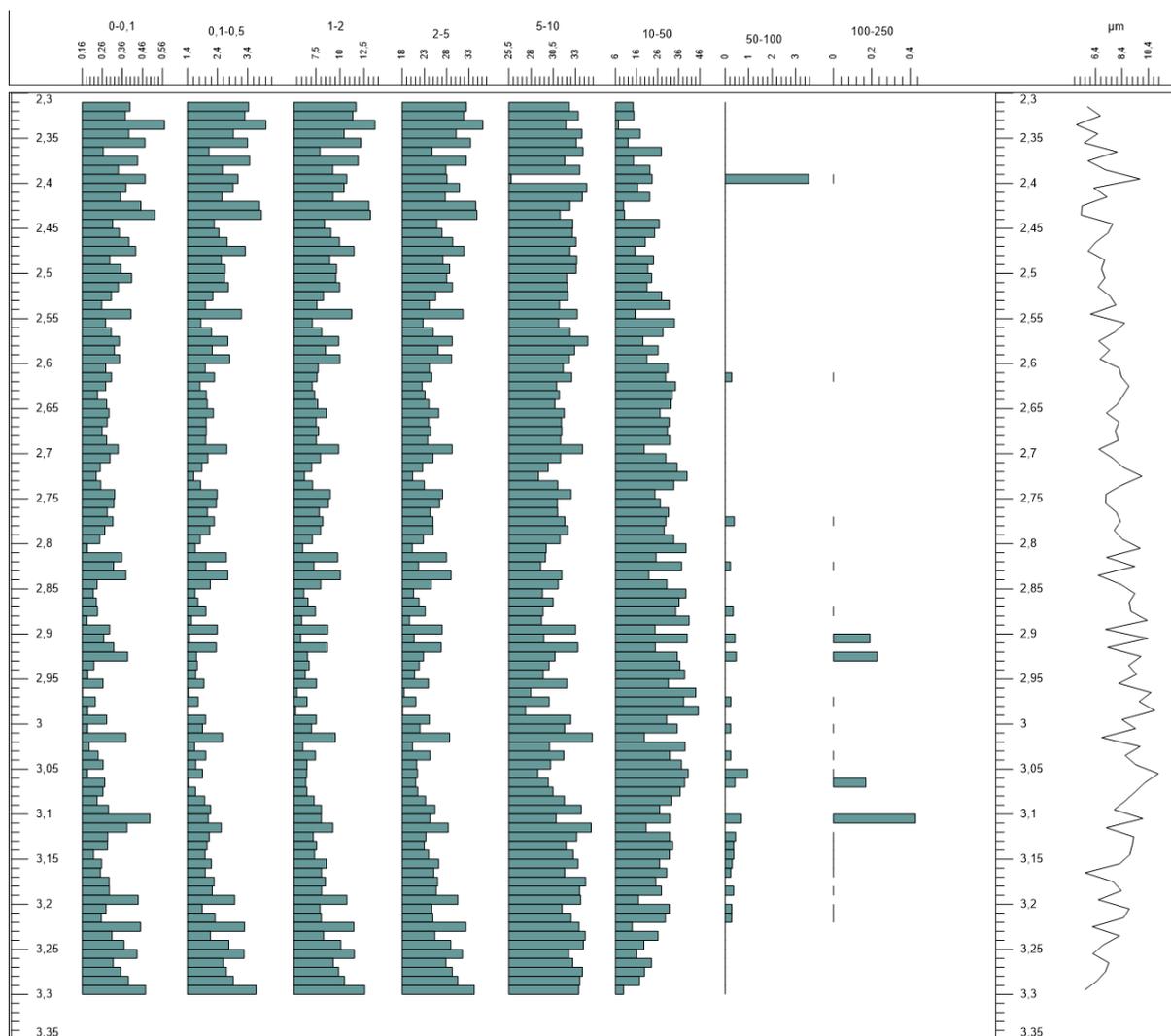


Рис. 3. Результаты гранулометрического анализа.

Данные радиоуглеродного анализа позволят получить датировку отложений, предположительно возраст донных отложений в нижней части около 11 тысяч лет, верхний метр донных отложений сформировался за последние две тысячи лет, точные данные будут получены позднее.

Выводы

Впоследствии полученные при изучении кернов донных отложений озер данные позволят создать детальную палеогеографическую реконструкцию данного участка, а также определить степень антропогенного влияния на регион.

Исследование проведено в рамках исследований по проекту РГО «Путь "из варяг в греки": гидрологические исследования ключевых участков».

Литература

- [1] ГОСТ 23740-2016 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. ГРУНТЫ. Методы определения содержания органических веществ, 2017.
- [2] Низовцев В.А., Дмитрук Н.Г., Снытко В.А., Широкова В.А., Эрман Н.М. Путь «из варяг в греки» глазами географов // География и геоэкология. Проблемы развития Балтийского региона. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 1150-летию Российской государственности и в связи с 50-летним юбилеем географического образования в Великом Новгороде. Редакционная коллегия: В.Л. Вирин, Н.Г. Дмитрук, К.С. Лисицин. 2012. С. 286-293.
- [3] Bieganski A., Ryżak M., Sochan A., Barna G., Hernádi H., Beczek M., Polakowski C., Makó A. Laser diffractometry in the measurements of soil and sediment particle size distribution // Adv. Agron. 2018. V. 151. P. 215-279.

S u m m a r y. During the historical and geographical expedition in July 2021, field paleolimnological studies were conducted. On Lake Ordosno, core sampling was carried out for the full capacity of bottom sediments, a lithological description was carried out, samples were taken for laboratory analysis. Mass loss analysis during calcination and granulometric analysis were carried out in laboratory conditions. Preliminary results of the study suggest that sediments of lake-glacial and modern lake origin have been uncovered in the lake. Based on the results obtained, it is planned to construct a stratigraphic scale.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭРОЗИИ БЕРЕГОВОГО СКЛОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

О.Я. Масликова¹, И.И. Грицук^{1,2,3}, Д.Н. Ионов¹

¹*Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), г. Москва, oksana68@mail.ru*

²*Российский Университет дружбы народов (РУДН), г. Москва, Россия*

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

CURRENT STATUS OF INVESTIGATIONS OF COASTAL SLOPE EROSION OF WATER OBJECTS UNDER THE CONDITIONS OF THE CRYOLITHOZONE

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

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

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

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

Аннотация. Вследствие особенностей строения земной поверхности, все реки имеют изгибы (меандрирующий характер), в том числе в северных регионах, в криолитозоне. Исследованию меандров посвящено большое количество работ как отечественных, так и зарубежных авторов. Многими исследователями были получены схемы разрезов участка поворота русла, другие получили уравнения потока закругления, однако вопрос описания меандрирования в условиях криолитозоны остается открытым.

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

Введение

Проблема гидротехнического строительства наиболее остро стоит в северных регионах на водных объектах, береговые склоны которых наиболее подвержены влиянию климатических и антропогенных факторов. Для наиболее эффективного и экологичного использования водных ресурсов требуется знание закономерностей существования природных объектов, критериев их устойчивости и условия изменения их структуры и границ, а также необходима возможность прогнозирования этих изменений.

В связи с этим необходимо проведение большого количества разносторонних исследований и описаний основных процессов, происходящих в районах водных объектов, особенно относящихся к северным регионам. Так как на перенос вещества в естественных водоемах и реках влияет множество гидравлических параметров, таких как климатические условия, материал вещества, слагающий склоны, скорость потока, расход воды, геометрия канала, растительность и гидротехнические и мостовые конструкции, то все это приводит к изменению картины русла реки.

Регион исследований, объекты и методы

Наиболее распространенным явлением является меандрирование, при котором осадочные породы находятся в непрерывном движении за счет размыва и оседания. Размыв обычно происходит на внешних берегах изгибов ручьев, а отложения - на внутренних. Этот способ переноса наносов изучался многими исследователями [8, 6, 3]

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, с помощью которых аллювиальные русла активно изгибаются, обсуждались с самого начала современных геоморфических исследований в 19 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 [11].

И.Л. Розовский [5] обозначил пять характерных особенностей потока на повороте русла: 1. Возникновение поперечного уклона водной поверхности: у выпуклого берега уровень ее понижается, у вогнутого – повышается. 2. Движение поверхностных струй к вогнутому, придонных – к выпуклому берегу как следствие поперечного уклона: на основной поток накладывается вращение винтового характера, называемое поперечной циркуляцией. 3. Перераспределение скоростей течения как по вертикали, так и по ширине потока благодаря наличию поперечного уклона. В результате в начале закругления происходит увеличение скоростей у выпуклого берега и уменьшение их у вогнутого, ниже по течению максимум скорости постепенно передвигается к вогнутому берегу закругления. 4. Явление отжима (отрыва) потока от стенок и образование водоворотных зон при очень резком плановом искривлении. 5. Наличие дополнительных потерь энергии потока на закруглении, вызываемых увеличением неравномерности скоростей по живому сечению, удлинением пути отдельных частиц благодаря винтовому характеру движения, усилению обмена количеством движения между отдельными струйками.

Среди криогенных факторов, влияющих на процесс переформирования берегов водоемов в криолитозоне, обычно называют продолжительность безледного периода, снежные надувы у берегов и мерзлое состояние грунтов. Долго считалось, что мерзлота замедляет размыв берегов, но было показано, что оттаивающий мерзлый грунт меняет прочностные характеристики и сопротивляемость размыву [9]. Характер размыва определяется соотношением скоростей протаивания и сноса грунта. Это также было подтверждено Ф.Э. Арэ [1] который на фактах показал, что сильнольдистые термоабразионные берега могут иметь в 3 - 4 раза большую скорость отступания, чем абразионные берега.

Детальному описанию меандров посвящена работа [13]. В [10] проведено исследование взаимосвязи геометрии меандра с пропускной способностью, в том числе твердого вещества, потока реки. В работе предполагается, что скорость изменения ширины и извилистости с течением времени зависит только от состава слагающего берега грунта. Была разработана модель позволяющая связать ширину, уклон и извилистость русла с движением наносов. Кроме того, автор объясняет, почему извилистость становится

устойчивой, и связывает отношения между извилистостью, эродируемостью и нестабильным расходом поступающей воды.

Результаты и обсуждение

Изучение литературы по данной тематике и анализ зависимостей позволил получить систему уравнений для движения жидкости на повороте русла на основе модели турбулентности Прандтля, которая описывает касательные напряжения турбулентного трения как связанные с характерной длиной поперечного обмена импульсом. Так как скорости потока на входе в закругление достаточно большие в нашем случае, особенно у вогнутого берега, то неизбежно возникают турбулентные пульсации, что приводит к значительному размыву внешнего, вогнутого берега [4, 12].

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 в сочетании с полученной ранее зависимостью переноса наносов от скорости потока, модифицированной для криолитозоны путем добавления зависимости от льдистости, позволила дополнить и расширить имеющуюся модель размыва мерзлых береговых склонов в процессе оттаивания [2, 7].

Выводы

Меандрирование и поведение потока на извилистых участках рек, транспортирующая способность, гидравлика закругленного участка русла было исследовано многими авторами, также существует достаточно работ по изучению влияния климата на устойчивость и деградации береговых склонов в условиях севера. *В нашей работе мы связали все эти физические процессы в единую модель, чего раньше другими исследователями сделано не было.*

Так как натурные эксперименты в криолитозоне провести затруднительно, да и в процессе натурных экспериментов не всегда возможно сделать акцент на какой-либо составляющей, лабораторные эксперименты явились незаменимой альтернативой. При лабораторном моделировании возможно исключить либо добавить какой-либо параметр в модель для получения уточненных результатов. *Подобные эксперименты в лабораторных условиях проводятся впервые*

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 Государственного задания ИВП РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №20-08-00807 А).

Литература

[1] *Арэ Ф.Э.* Разрушение берегов арктических приморских низменностей Новосибирск: Академическое изд-во ГЕО. 2012. 291 с.

- [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] Afzalimehr, H. and Rennie, C.D. Determination of bed shear stress in gravel-bed rivers using boundary-layer parameters. *Hydrological Sciences* 54(1):147-159.; (2009).
- [7] *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.
- [8] Duan, J.G. Mean flow and turbulence around a laboratory spur dike. *Journal of Hydraulic Engineering* 135(10):803-811, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000077; (2009)
- [9] *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>
- [10] *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>
- [11] Kendall, A. and Koochesfahani, M. A method for estimating wall friction in turbulent wall-bounded flows. *Experiments in Fluids* 44:773-780.; (2008)
- [12] *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.
- [13] Michael E. Ursic, Christopher I. Thornton, Amanda L. Cox, and Steven R. Abt QUANTIFICATION OF SHEAR STRESS IN A MEANDERING NATIVE TOPOGRAPHIC CHANNEL USING A PHYSICAL HYDRAULIC MODEL Colorado State University Daryl B. Simons Building at the Engineering Research Center Fort Collins, Colorado 80523 July 2012].

S u m m a r y. Due to the peculiarities of the structure of the earth's surface, all rivers have bends (meandering character), including those in the northern regions, in the permafrost zone. A large number of works of both domestic and foreign authors are devoted to the study of meanders. Many researchers have obtained cross-sectional diagrams of the channel turning section, others have obtained flow equations on a rounding, however, the question of describing meandering in permafrost conditions remains open.

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ВОДЫ ОЗЕР СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОСБОРА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)

М.С. Потахин^{1,2}

¹*Карельский научный центр РАН, г. Петрозаводск, mpotakhin@mail.ru*

²*Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск*

ESTIMATION OF LAKES VOLUME BY STATISTICAL METHODS (BY EXAMPLE OF LAKE ONEGO CATCHMENT)

M.S. Potakhin^{1,2}

¹*Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk*

²*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk*

Аннотация. Обобщена информация по морфометрии водоемов, расположенных на водосборе Онежского озера. На основе проведенной ранее классификации, получены регрессии расчета объема воды от площади для различных типов водоемов. Проведена проверка регрессий на независимой выборке озер. Наименьшая ошибка расчета выявлена для водоемов озерно-ледниковых и моренных равнин, наибольшая ошибка – для водоемов ледораздельных возвышенностей.

Ключевые слова: озеро, морфология, морфометрия, объем воды, средняя глубина.

Введение

В мире насчитывается примерно 8.5 млн. озер с площадью водной поверхности от 0.01 км² включительно [10]. При этом только для 300-400 тыс. из них определены показатели объема воды, средней и максимальной глубины. Таким образом, всего лишь около 4% водоемов мира являются батиметрически измеренными [6]. Именно поэтому в лимнологических исследованиях, носящих как глобальный, так и региональный характер, получили распространение статистические зависимости объема воды озер от площади их поверхности [1, 6, 7, 8, 9 и др.]. Эти регрессии полезны для практических целей, поскольку позволяют рассчитать значения объема по получаемым картографическими методами значениям площади водоемов.

Регион исследований, объекты и методы

Онежское озеро – второй по величине пресноводный водоем Европы с площадью поверхности около 10 тыс. км² и площадью водосборного бассейна более 53 тыс. км². Водосбор характеризуется развитой гидрографической сетью, насчитывающей свыше 6.5 тыс. рек и 9.5 тыс. озер [2]. Суммарная площадь водоемов достигает 3.5 тыс. км², озерность бассейна превышает 6.5%. Озера достаточно хорошо изучены, различаются по разнообразным лимнологическим характеристикам, в том числе, генезису и морфометрии.

Для проведения исследования была обобщена информация по морфометрии 321 водоема, расположенного в пределах водосбора Онежского озера. Использовались кадастровые данные (235 озер) [4, 5], литературные источники (65 озер) и материалы экспедиционных исследований (21 озеро). Ранее была проведена классификация озер водосборного бассейна, исходя из генетических особенностей вмещающего рельефа [3], и выделено 4 типа водоемов. Для каждого типа были рассчитаны диапазоны изменения и средние

значения основных морфометрических характеристик. Далее для выделенных типов озер были получены регрессионные зависимости объема воды (V) от площади поверхности (A).

Результаты и обсуждение

Тип I – озера в пределах развития денудационно-тектонического рельефа. Их характеризует большие размеры, вытянутая форма, большие глубины и конусообразная форма котловин. Среди них преобладают котловины тектонического генезиса.

Для водоемов данного типа была получена регрессия:

$$V = 0.0063A^{1.09}, \quad (1)$$

$n = 42, r = 0.89$, где n – объем выборки, r – коэффициент корреляции.

Тип II – озера в пределах развития водно-аккумулятивного рельефа (озерно-ледниковые равнины). Их отличает более низкое гипсометрическое положение, форма близкая к округлой и небольшие глубины. Среди них преобладают котловины ледникового генезиса (остаточно-аккумулятивные и реликтовые).

Для озер второго типа была получена регрессия:

$$V = 0.0013A^{1.19}, \quad (2)$$

$n = 37, r = 0.94$.

Тип III – озера в пределах развития ледниково-аккумулятивного рельефа (моренные равнины). Их характеризует высокое гипсометрическое положение, относительно простая форма и небольшие глубины. Среди них преобладают котловины ледникового происхождения (простые и сложные аккумулятивные).

Для водоемов третьего типа была получена регрессия:

$$V = 0.0055A^{0.96}, \quad (3)$$

$n = 91, r = 0.91$.

Тип IV – озера в пределах развития ледниково-аккумулятивного рельефа (ледораздельные аккумулятивные возвышенности). Они имеют наибольшее распространение, отличаются более высоким гипсометрическим положением, малыми размерами, относительно простая форма и небольшие глубины. Среди них преобладают котловины ледникового генезиса (простые и сложные аккумулятивные, ледниково-просадочные), в южной части водосбора имеют распространение озера карстового происхождения.

Для водоемов четвертого типа была получена регрессия:

$$V = 0.0028A^{1.12}, \quad (4)$$

$n = 151, r = 0.91$.

Рассчитанные регрессии (1-4) позволяют по значениям A оценить значения V , а также значения средней глубины (H_a), т.к.:

$$V = A \cdot H_a. \quad (5)$$

Предположим, что водоем принадлежит к типу I и имеет $A = 3.4 \text{ км}^2$. Используя уравнение (1) получаем значение $V = 0.0239 \text{ км}^3$. Далее, используя зависимость (5) получаем значение $H_a = 7.0 \text{ м}$. Если озеро с такими же размерными характеристиками принадлежит к типу II, используя уравнение (2),

получаем значение $V = 0.00558 \text{ км}^3$ и значение $H_a = 1.7 \text{ м}$ и т.д.

Регрессии проверены на независимой выборке батиметрически измеренных водоемов водосборного бассейна Ладожского озера [4, 5]. Было выбрано 20 озер, расположенных в схожих генетических типах рельефа (тип I-IV). Для них, по рассчитанным уравнениям (1-4), были получены значения объема (V_I) и средней глубины (H_{aI}), затем рассчитанные значения сравнивались с фактическими значениями V и H_a . Как видно из таблицы, наименьшая ошибка расчета объема и средней глубины обнаружена для озер II и III типа – отклонение H_a |0.0-2.1| м и |0.0-2.6| м соответственно, наибольшая ошибка для озер IV типа – отклонение H_a |0.7-7.9| м.

Таблица – Проверка регрессионных зависимостей для различных типов озер

Озеро	Тип	A, км ²	V, км ³	V _I , км ³	Отклонение, км ³	H _a , м	H _{aI} , м	Отклонение, м
Хюмпеляярви	I	5.0	0.0340	0.0364	0.0024	6.8	7.3	0.5
Лавиярви	I	2.2	0.0231	0.0149	0.0082	10.5	6.8	3.7
Ристиярви	I	1.1	0.00957	0.00699	0.00258	8.7	6.4	2.3
Хипполанярви	I	0.60	0.00426	0.00361	0.00065	7.1	6.0	1.1
Валкиаярви	I	0.50	0.00415	0.00296	0.00119	8.3	5.9	2.4
Яймьярви	II	2.5	0.00525	0.00387	0.00138	2.1	1.5	0.6
Юлялампи	II	1.3	0.00234	0.00178	0.00056	1.8	1.4	0.4
Хияярви	II	0.90	0.00306	0.00115	0.00191	3.4	1.3	2.1
Руоколампи	II	0.60	0.000960	0.000708	0.000252	1.6	1.2	0.4
Алалампи	II	0.57	0.000684	0.000667	0.000017	1.2	1.2	0.0
Исо-Ийярви	III	8.5	0.0510	0.0429	0.0081	6.0	5.0	1.0
Уксуярви	III	2.8	0.0148	0.0148	0.0000	5.3	5.3	0.0
Салменяярви	III	1.0	0.00580	0.00550	0.00030	5.8	5.5	0.3
Иля-Вехкяярви	III	0.17	0.000697	0.00100	0.000303	4.1	5.9	1.8
Ала-Вехкяярви	III	0.17	0.000561	0.00100	0.000439	3.3	5.9	2.6
Вохтозеро	IV	8.5	0.0978	0.0308	0.0670	11.5	3.6	7.9
Кайнаярви	IV	6.1	0.00793	0.0212	0.0133	1.3	3.5	2.2
Габозеро	IV	1.2	0.00504	0.00343	0.00161	4.2	2.9	1.3
Тюрюмесярви	IV	0.60	0.00264	0.00158	0.00106	4.4	2.6	1.8
Веттозеро	IV	0.15	0.000435	0.000334	0.000101	2.9	2.2	0.7

Выводы

Для разнотипных водоемов водосборного бассейна Онежского озера получены регрессии, позволяющие оценить неизвестные значения объемов озер по известным значениям их площадей. Проведенная проверка зависимостей расчета на выборке из 20 озер, показала наименьшую ошибку для водоемов озерно-ледниковых и моренных равнин, наибольшую – для водоемов ледораздельных возвышенностей. Это можно объяснить тем, что последние отличаются разнообразием генетических типов котловин, имеют более сложное морфологическое строение и, следовательно, больший спектр морфометрических характеристик.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ «Карельский научный центр РАН» при поддержке гранта РФФИ (19-05-50014).

Литература

- [1] *Ахмедова Н.С., Рянжин С.В.* Морфометрические особенности карстовых озер бассейна Верхней и Средней Волги // Известия Русского географического общества. 2009. Том 141, № 6. С. 41-77.
- [2] Онежское озеро. Атлас / отв. ред. Н. Н. Филатов. Петрозаводск, 2010. 151 с.
- [3] *Потахин М.С.* Морфогенетическая классификация водоемов бассейна Онежского озера (Республика Карелия) // Водные ресурсы: изучение и управление. Петрозаводск, 2020. С. 157-161.
- [4] Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т 2. Карелия и Северо-Запад / под. ред. Е. Н. Таракановой. Л., 1965. 700 с.
- [5] Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Ч. 3. Гидрографические описания рек и озер / под. ред. В. Е. Водогрецкого. Л., 1972. 956 с.
- [6] *Рянжин С.В.* Новые оценки глобальной площади и объема воды естественных озер мира // Доклады РАН. 2005. Том 401, № 2. С. 542-545.
- [7] *Håkanson L., Karlsson B.* On the relationship between regional geomorphology and lake morphometry – a Swedish example // *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. 1984. Vol. 66A, no 1-2. P. 103-119.
- [8] *Hayashi M., van der Kamp G.* Simple equations to represent the volume-area-depth relations of shallow wetlands in small topographic depressions // *Journal of Hydrology*. 2000. Vol. 237. P. 74-85.
- [9] *Messenger M.L., Lehner B., Grill G., Nedeva I., Schmitt O.* Estimating the volume and age of water stored in global lakes using a geo-statistical approach // *Nature Communications*. 2016. Vol. 7, no 13603. P. 1-11.
- [10] *Meybeck M.* Global distribution of lakes // *Physics and Chemistry of Lakes / Lerman A., Imboden D. (Eds.)*. 1995. P. 1-36.

S u m m a r y. The information on morphology and morphometry of 321 lakes located on the Lake Onego catchment area is collected. Regressions were calculated to estimate unknown values of volumes from known values of their areas for different types of lakes. The test performed on a sample of 20 lakes showed the smallest calculation error for lakes of lacustrine-glacial and morainal plains, and the largest error for lakes of glacial accumulative heights.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕРХНЕГО КЕРНА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА УСВЯТСКОЕ (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.В. Пронина, И.М. Греков

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, anastasiya.2802@mail.ru

GRANULOMETRIC ANALYSIS OF THE UPPER CORE OF THE BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE USVIATSKOE (PSKOV REGION)

A.V. Pronina, I.M. Grekov

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. В данном исследовании представлены результаты гранулометрического анализа верхнего керна донных отложений Усвятского озера, расположенного на крупном водораздельном участке «пути из варяг в греки». Анализ проведен с помощью лазерного анализатора частиц ЛАСКА. В ходе интерпретации полученных данных выделены четыре крупные фации. Они определены по преобладающим фракциям отложений. Последующий радиоуглеродный анализ позволит уточнить возраст керна.

Ключевые слова: гранулометрический анализ, озеро Усвятское, путь из варяг в греки, донные отложения, палеогеография.

Введение

Гранулометрический анализ состоит в определении размеров частиц составляющих осадок, с целью реконструкции условий осадконакопления [1]. В данном исследовании представлены результаты гранулометрического анализа верхнего керна донных отложений Усвятского озера.

Цель проекта заключается в исследовании палеогеографических природных условий на территории водораздела рек Западная Двина, Ловать и Днепр, где проходил крупный исторический водный путь. В ходе изучения донных отложений ключевых озер – Сиверст, Ордосно, Усвятское и Каспля предполагается получить палеогеографические доказательства возможности существования «пути из варяг в греки» на этой территории.

Регион исследований, объекты и методы

Объект исследования – озеро Усвятское (55.721853 N, 30.789238 E), находящееся в бассейне реки Западная Двина в Псковской области. Озеро является проточным, расположено в течении реки Усвяча.

Результаты гранулометрического анализа в данном случае используются для определения характера изменения гранулометрического состава донных отложений по разрезу, и, как следствие, для установления характера гидрологического режима и изменения уровня режима озера в прошлом [3].

В ходе пробоподготовки керн донных отложений был разделен на образцы по 1 см. При помощи раствора перекиси водорода 37% и дистиллированной воды в пропорции 1:1 из образцов были удалены органические элементы.

Гранулометрический анализ образцов проведен в лаборатории палеолимнологии РГПУ им. А. И. Герцена с помощью лазерного анализатора частиц ЛАСКА. Определение размера твердых частиц основано на измерении зависимости интенсивности рассеянного лазерного излучения от угла рассеяния. Гранулометрический анализ производится путем обработки результатов радиального распределения интенсивности света, рассеянного микрочастицами анализируемых образцов [4]. Важным преимуществом метода лазерной дифракции перед традиционными методами (ситовой, пипеточный, ареометрический) является высокая скорость выполнения измерений.

Результаты и обсуждение

При выделении фаций донных отложений в керне необходимо учитывать преобладающую фракцию образцов отложений (табл. 1).

Таблица 1. Фракции отложений (составлено на основе классификации механических элементов Н.А. Качинского [2])

Фракции отложений		от, мкм	до, мкм	
Физическая глина	Коллоиды		0	0,1
	Ил	Коллоидный (тонкий)	0,1	0,5
		Глинистый (грубый)	0,5	1
	Пыль	Мелкая	1	5
		Средняя	5	10
Крупная		10	50	
Физический песок	Песок	Мелкий	50	250
		Средний	250	500
		Крупный	500	1000
Грубообломочные		1000	более	

Результаты гранулометрического анализа исследуемого керна представлены на рисунке 1.

В керне преобладают фракции физической глины – илы (тонкий и грубый), мелкая и средняя пыль, а также крупная пыль, относящаяся к фракции физического песка.

Границы фаций проведены по глубинам, на которых отмечены резкие изменения размеров минеральных частиц и которые отделяют друг от друга сходные по размерам частиц промежутки керна.

Первая (1.16-1.36), третья (1.56-1.82) и четвертая (1.82-2) фации характеризуется преобладанием физической глины и несколько меньшими, чем во второй фации, средними размерами частиц.

Во второй фации (1.36-1.56) отчетливо прослеживается увеличение доли крупной пыли (10-50 мкм), которая относится к фракции физического песка. Максимум содержания крупных частиц приходится на образец с глубины 1.35-1.36 метров. Увеличение размера минеральных частиц, вероятно, свидетельствует об увеличении скорости реки Усвяча и, как следствие, о

понижении уровня воды в озере Усвятское в этот временной период. Для уточнения возраста данного фрагмента керна будет проведен радиоуглеродный анализ.

Благодарности

Работа выполнена в рамках регионального гранта Русского географического общества «Путь «из варяг в греки»: гидрологические исследования ключевых участков».

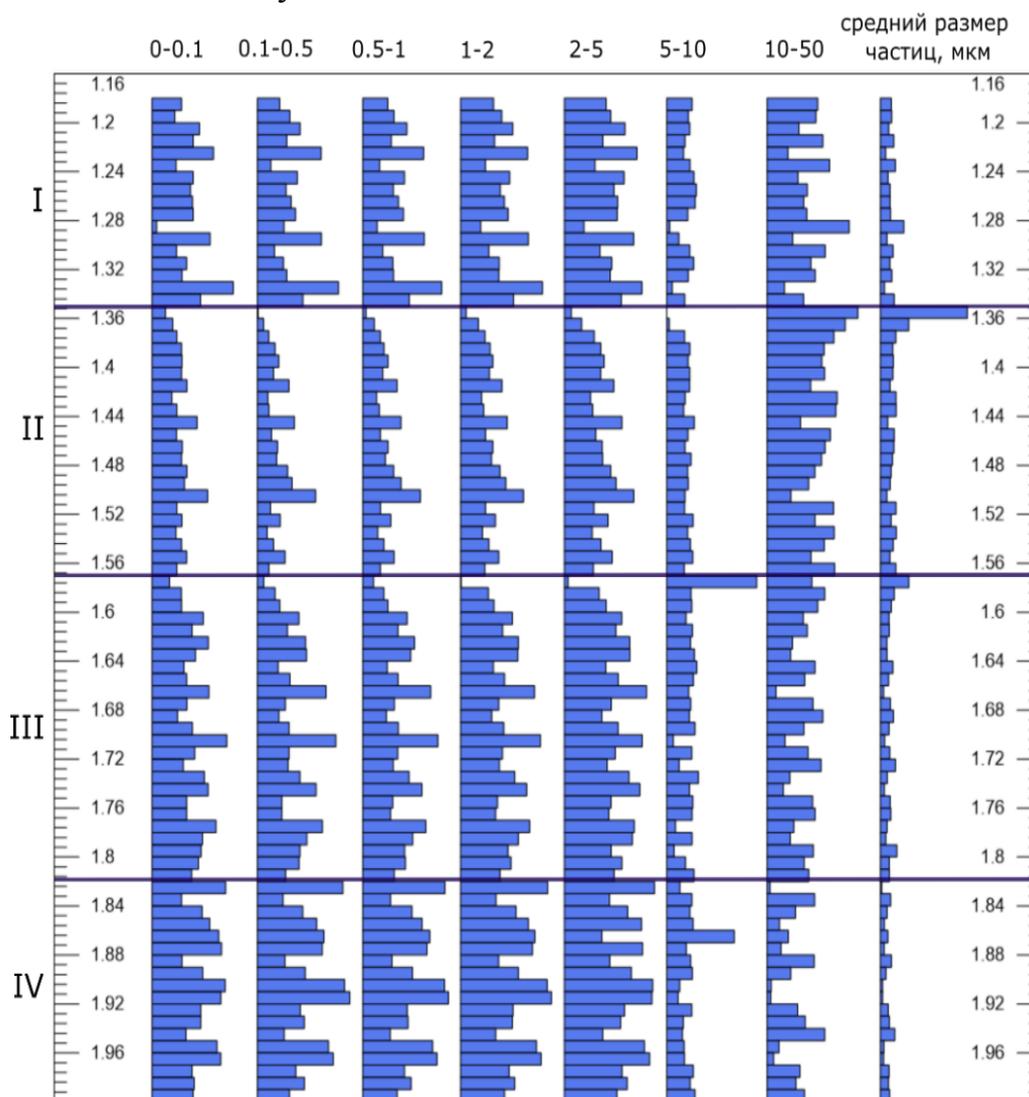


Рис. 1. Гранулометрический анализ верхнего керна донных отложений озера Усвятского, размеры частиц в микрометрах.

Выводы

Проведенный гранулометрический анализ отложений Усвятского озера является одним из этапов реконструкции гидрографической сети «пути из варяг в греки». Для уточнения возраста донных отложений будет проведен радиоуглеродный анализ образцов. В результате анализа станет ясно, на каких

глубинах находятся отложения, необходимые для дальнейшего детального изучения. Ожидаемый возраст керна около 2000 лет.

Литература

- [1] *Каревская И.А., Панина А.В.* Палеогеографические методы исследований. Реконструкция палеогеографических событий и этапов: учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 200 с.
- [2] *Качинский Н.А.* Физика почвы: учебник. Москва: Высш. школа, 1965. Часть 1. 320 с.
- [3] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. М.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 349 с.
- [4] *Шабанова И.А., Стороженко А.М., Кошкин С.С.* Основы работы на лазерном анализаторе микрочастиц Ласка-Т. Юго-Зап. гос. ун-т; Курск, 2017. 14 с.

S u m m a r y. This study presents the results of a granulometric analysis of the upper core of the bottom sediments of Lake Usvyatskoe, located on watershed section of the “way from the Varangians to the Greeks”. The analysis was carried out using a LASKA laser particle analyzer.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

EVOLUTIONARY GEOGRAPHY, RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA

РИТМИКА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ГЕОСИСТЕМ В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

О.И. Баженова¹, Е.М. Тюменцева²

¹ *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, bazhenova_o49@mail.ru*

² *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, tumentzeva.liz@yandex.ru*

RHYTHMS OF NATURAL PROCESSES OF GEOSYSTEMS IN THE STEPPES OF CENTRAL ASIA

O.I. Bazhenova¹, E.M. Tyumentseva²

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

² *Irkutsk State University, Irkutsk*

Аннотация. На основе многолетних стационарных исследований и изучения литологических записей голоцена выявлен ритмический характер хода природных процессов в степях Даурии. Выделены сезонные, 3-5 летние, внутривековые Брикнеровские циклы, продолжительностью 27-35 лет, 130, 500 и 2000 (Шнитниковские) циклы. Каждый цикл включает три динамические фазы, следующие одна за другой в определенном порядке. При этом меняется механизм, направление и дальность миграции вещества в геосистемах.

Ключевые слова: Даурская степь, изменения климата, колебания уровней озер, почвообразование, морфолитогенез, циклы.

Введение

Ритмичность – одно из наиболее ярких и широко распространенных явлений, присущих ландшафтной оболочке [1]. Особенно ярко она проявляется в районах со сложной временной организованностью геосистем. Как показали многолетние комплексные географические исследования на Харанорском стационаре, к таким районам относится Даурская степь в Юго-Восточном Забайкалье. За время работы стационара под руководством В.А. Снытко были получены уникальные данные о ритмике природных процессов степных геосистем, обобщенные в ставших классическими коллективных монографиях «Топология степных геосистем» [2] и «Изучение степных геосистем во времени» [3]. В дальнейшем эти работы были продолжены на региональном уровне.

Регион исследования и результаты

В первом приближении степные ландшафты Даурии следует считать аналогом холодных перигляциальных степей плейстоцена. Это сходство было отмечено Ю.Г. Симоновым [4], подчеркнувшим специфику современного рельефообразования района. В функционировании систем здесь отмечаются

внутривековые циклы продолжительностью 27-35 лет, которые контролируются ходом атмосферного увлажнения [5]. В соответствии с этими циклами меняется площадь водного зеркала степных озер. Циклы хорошо выделяются и по колебанию уровней озер, представляющих естественную разностную интегральную кривую изменения увлажнения территории степного Забайкалья и сопредельных районов Монголии и Китая (рис. 1).

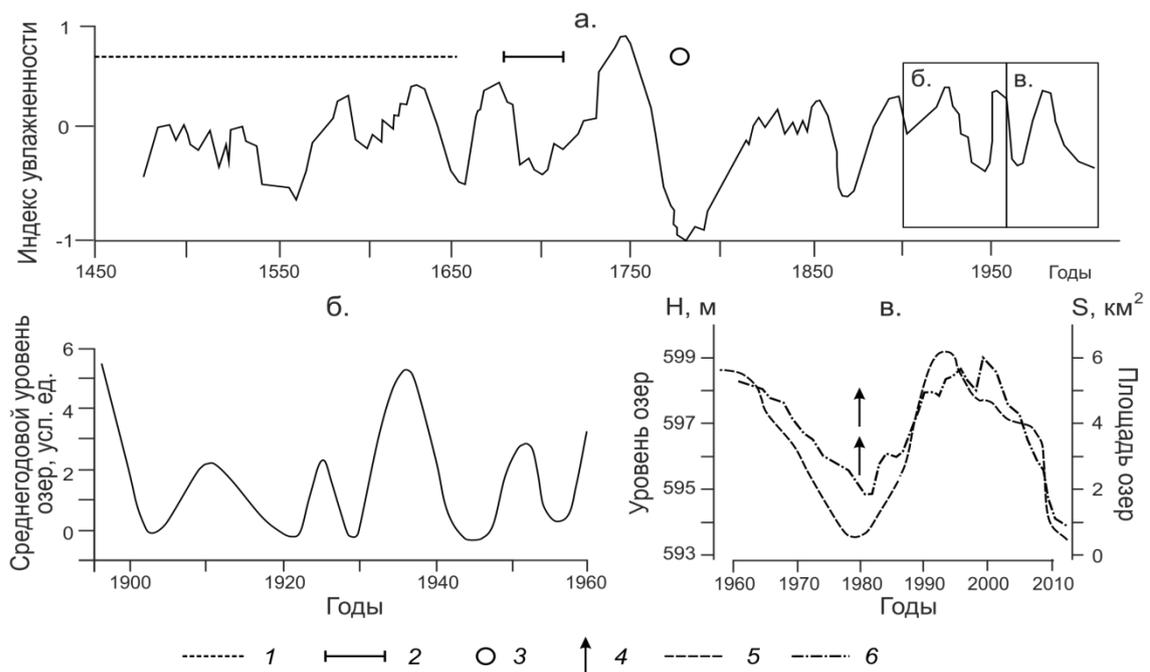


Рис. 1. Изменение увлажненности Северного Китая в историческом прошлом (а) по [6] и уровня озер Даурии в XX - XXI столетиях (б, в) по [5].

1 – накопление эоловых песков в котловине оз. Ножий по [7]; 2 – дефляция в маундеровский период по [8]; 3 - интенсивная дефляция и увеличение площади подвижных песков в котловинах озер; 4 – вынос соленосных осадков со дна оз. Ножий; 5 – динамика площади (S) водного зеркала оз. Хара-Нур; 6 – колебания уровня (Н) оз. Барун-Торей.

Особенно хорошо цикличность проявляется в многолетних изменениях уровня крупнейшего водоема российской части Даурии – бессточного оз. Барун-Торей, с которыми хорошо согласуется изменение площади водного зеркала оз. Хара-Нур (рис. 1). В экстремально влажные 1962–1963 гг. уровень озер был максимальным, площадь оз. Хара-Нур превышала 6 км². В последующие годы происходило сокращение площади озер, достигшее минимума в 1982 г. Затем началось наполнение озерных котловин. Уровень оз. Барун-Торей повышался вплоть до 1998 г. Далее на озерах началось понижение уровня воды, которое продолжалось до конца первого десятилетия XXI в. и завершилось практически полным высыханием озер. Выявленные циклы изменения увлажненности территории определяют частоту, последовательность и продолжительность внутривековых смен динамических фаз рельефообразования бессточных озерных бассейнов.

В пределах цикла отмечается продолжительный период (зональная фаза), когда все элементы системы характеризуются автономным развитием. В это время происходит интеграция вещества, его подготовка к последующему выносу. Подготовленный к движению материал доставляется и накапливается на отдельных участках рельефа, с которых в последующие экстремальные фазы происходит залповый вынос вещества. При этом наблюдается упорядоченное во времени чередование максимального воздействия процессов на верхние (дефляция) и нижние (эрозия временных водотоков) ярусы рельефа.

Преобразование (дефляционное выравнивание) верхних ярусов происходит во время экстремальной аридной фазы, а расчленение днищ падей и формирование конусов выноса в озерной котловине свойственно перигляциальной фазе. В целом вещество и энергия передаются от одного элемента системы к другому в форме пульсаций. Эти постоянные пульсации и составляют суть иерархически организованного механизма рельефообразования. Механизм сочетает в себе черты аридного и перигляциального рельефообразования в условиях непосредственного соседства криогенной и аридной морфоклиматических зон. Вместе с тем он отличается устойчивостью, так как установлен не только современными многолетними наблюдениями, но обнаруживается в строении опорных разрезов голоценовых отложений.

Полевые исследования выполнялись в 2013-2015 гг. в бассейнах оз. Хара-Нур, Зун – и Барун-Торей, в падах временных водотоков (Крементуй, Веснянка, Нарин-Кундуй), в долинах р. Ималка, Онон и Буйлэсан с использованием комплекса современных методов позволил выявить циклы рельефообразования различного иерархического уровня, в которых сложно взаимодействуют и сменяют друг с друга во времени флювиальные, эоловые, озерные и криогенные процессы (рис. 2).

Выполненный совместный анализ отложений озерных котловин Даурии и Северо-Восточной Монголии подтвердил синхронный ход рельефообразования у северной окраины Центральной Азии в голоцене. В функционировании озерных бассейнов выделяется три макроцикла, охватывающих ранний, средний и поздний голоцен, каждый из которых включает трансгрессивную и регрессивную фазы (рис. 2). Фазы контролируются климатическими колебаниями.

Следы первого цикла представлены остаточным мощным гумусовым горизонтом погребенной почвы в разрезе 1 котловины оз. Хара-Нур. Ее формирование относится к середине бореального периода и датируется 9210 ± 190 кал. л. н. Радиоуглеродная датировка позволяет нам уверенно говорить о времени образования криогенных клиньев как результате непродолжительного, но сильного похолодания на рубеже бореально - атлантического периодов в условиях кратковременной регрессии озера.

По своей продолжительности особенно выделяются трансгрессивная атлантическая и суббореальная регрессивная фазы второго цикла рельефообразования. В атлантический период голоцена сформированы две мощных региональных почвы черноземного типа около 8 и 6.4 тыс. кал. л. н. В

озерных бассейнах фиксируются быстрые события интенсивного флювиального сноса, которые иногда приобретали характер селевых потоков. Благодаря литологическим записям высокого разрешения, наиболее детально прослежена смена условий рельефообразования и осадконакопления в озерных котловинах в позднем голоцене, отмечавшаяся каждые 500 лет. Выявлен период стабилизации уровней озер и формирования почвы в атлантический период голоцена и два этапа активизации криогенных процессов около 9.2 и 3.5 тыс. кал. л.н., фиксированных в отложениях первой террасы оз. Хара-Нур.

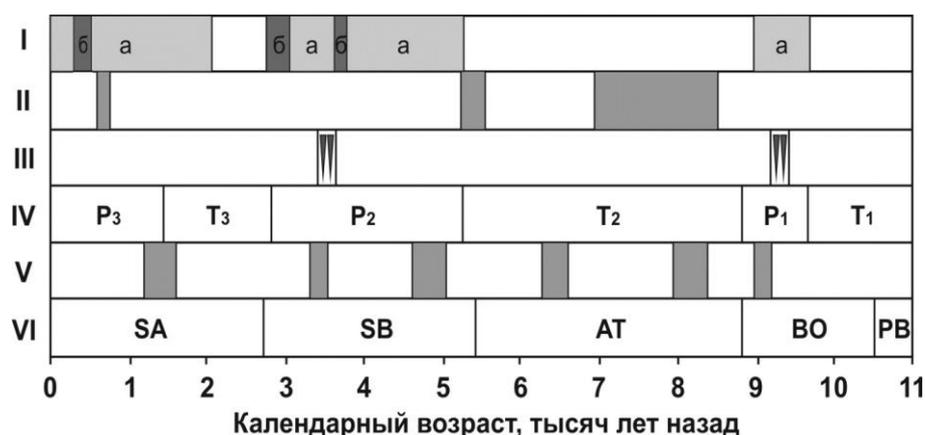


Рис. 2. Процессы рельефообразования в озерных бассейнах Даурии в голоцене. I – этапы активизации эоловых процессов (а) и зафиксированные в разрезах катастрофические эоловые события (б). II – интенсивный флювиальный снос. III – криогенные процессы. IV- трансгрессивные (Т) и регрессивные (Р) фазы озер. V – формирование погребенных почв. VI – продолжительность периодов голоцена.

Литологическая запись высокого разрешения в котловине оз. Хара-Нур показывает, что процесс сокращения водоема в суббореальную регрессивную фазу шел достаточно сложно и условия осадконакопления менялись практически каждые 500 лет. В отложениях эти смены представлены серией чередующихся озерных, эоловых и озерно-эоловых прослоев, формировавшихся с середины суббореального периода (3780 ± 180 кал. л.н.). В эту фазу активизировались криогенные процессы, о чем свидетельствуют криогенные клинья, которые отмечаются во всех исследуемых разрезах оз. Хара-Нур. Высокой интенсивностью отличались и эоловые процессы. Временные отрезки кратковременной стабилизации геоморфологических процессов фиксируются двумя слабо развитыми почвами.

В последний субатлантический цикл рельефообразования резко активизировались эоловые процессы, которые в отдельные отрезки времени приобретали катастрофический характер. При переходе от трансгрессивной к регрессивной фазе этого цикла в Даурии и соседних районах Монголии формируется субатлантическая почва, возраст которой 1200 - 1400 кал. лет. Развитие данной почвы, вероятно, происходило по типу каштановой. Почвообразование резко прервалось активизацией эоловой деятельности, в результате чего на поверхности (0-5 см) сформировались перевеянные озерные отложения, представленные солончаком.

Выводы

Проведенное исследование позволило выявить ритмы функционирования озерных бессточных бассейнов Даурии в голоцене. Выделены трансгрессивные и регрессивные фазы рельефообразования в озерных котловинах, контролируемые климатическими колебаниями уровней и площади озер. В трансгрессивные фазы происходит интеграция отложений в озерных котловинах за счет береговых процессов, криогенного выветривания, флювиальной, склоновой и биогенной аккумуляции. В регрессивные фазы сухие днища и склоны озерных котловин подвергаются эоловой деформации, формируются котловины выдувания, рыхлые отложения выносятся из котловин господствующими ветрами на юго-восток. Показана тенденция сокращения площади озер и повышения в морфолитогенезе роли эоловых процессов на фоне общей аридизации климата за последние 10 тысяч лет.

В целом, постоянные пульсации уровней и площади озер Даурии в голоцене сопровождались сменой механизмов, объемов и направлений перемещения вещества, способствовавших интенсивному выравниванию рельефа территории при ведущей роли дефляционной денудации.

Литература

- [1] *Шнитников А.В.* Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Наука, 1968. – 246 с.
- [2] Топология степных геосистем. - Л.: Наука. Ленингр. Отд., 1970. – 174 с.
- [3] Изучение степных геосистем во времени. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 238 с.
- [4] *Симонов Ю.Г.* О формировании озерных котловин в современных перигляциальных условиях Юго-Восточного Забайкалья на примере Агинского района // Вопросы географического мерзлотоведения и перигляциальной морфологии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962 – С. 156-165.
- [5] *Обязов В.А.* Вековые тенденции изменений климата на юго-востоке Забайкалья и в сопредельных районах Китая и Монголии // Метеорология и гидрология. – 1999. – № 10. – С. 33-40.
- [6] *Кренке А.Н., Чернавская М.М.* Исследование климата исторического прошлого в Китае // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1991. – № 5. – С. 108-116.
- [7] *Стрельников В.Г., Остроумов В.М.* Соленосные пыльные бури в Агинской степи // Почвенный покров Забайкалья, пути повышения его плодородия и рационального использования. – Чита, 1978. – С. 140-141.
- [8] *Чичагов В.П.* Ураган 1980 года в Восточной Монголии и особенности эолового рельефообразования в Центральной и Восточной Азии. – М., 1998 – 205 с.

S u m m a r y. On the basis of long-term stationary studies and the study of lithological records of the Holocene, the rhythmic nature of the course of natural processes in the steppes of Dauria was revealed. Seasonal, 3-5 year, intrasecular Brickner cycles, lasting 27-35 years, 130, 500 and 2000 (Schnitnikov) cycles are singled out. Each cycle includes three dynamic phases, following one after the other in a certain order. This changes the mechanism, direction and range of migration of matter in geosystems.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРОЯВЛЕНИИ ПРЕБОРЕАЛЬНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ НА ЗАПАДЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

О.К. Борисова, Н.Н. Нарышкина, А.В. Панин
Институт географии РАН, Москва, paleo_igras@mail.ru

NEW DATA ON THE INDICATIONS OF THE PREBOREAL OSCILLATION IN THE WEST OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

O.K. Borisova, N.N. Naryshkina, A.V. Panin
Institute of Geography RAS, Moscow

Аннотация. По данным подробного пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования старичных отложений, вскрытых скважиной на высокой пойме р. Десны около г. Сельцо, реконструирована последовательность вековых климатических колебаний, развивавшихся в течение пребореальной фазы голоцена. Обнаружены следы похолодания, соответствующего по времени пребореальной осцилляции.

Ключевые слова: вековые климатические колебания, запад ЕТР, пребореальная осцилляция.

Введение

По изменениям изотопного состава кислорода в ледяных ядрах из Гренландии установлено, что вслед за быстрым потеплением на переходе от позднеледникового к голоцену, после теплой фазы раннего пребореала продолжительностью около 300 лет, произошло резкое похолодание (так называемая пребореальная осцилляция – ПБО), которое продлилось не более 200 лет [9]. Этот холодный эпизод сменился новым потеплением, когда температура воздуха в Гренландии повысилась на $4 \pm 1,5^\circ\text{C}$ на протяжении нескольких десятилетий [7]. Похолодание, соответствующее ПБО, в той или иной степени прослеживается в разных регионах северной и средней Европы по данным комплексных исследований разрезов озерных отложений с достаточно высоким разрешением по времени, хотя слабая реакция компонентов экосистем на это климатическое событие в сочетании с его краткостью затрудняет обнаружение его следов [3]. Так, на территории Голландии, где тундрово-степные травяно-кустарничковые сообщества, характерные для раннего дриаса, сменились березовыми редколесьями уже в начальную теплую фазу пребореала, около 11,5 тыс. калиброванных лет назад (далее тыс. л. н.) [4, 11], процесс распространения лесов был прерван заметным похолоданием, вызвавшим новое расширение открытых сообществ, 11,43-11,35 тыс. л. н. После этой сухой континентальной фазы, в начале позднего пребореала (11,27-11,21 тыс. л. н.), произошел новый сдвиг к более гумидному климату, отмеченный увеличением доли березовых лесов в растительном покрове; в конце позднего пребореала началось расселение сосны [4]. Кратковременное похолодание в раннем пребореале проявилось также в увеличении мощности годовых слоев осадков оз. Меерфельдер-Маар в Германии [5]. Понижение значений $\delta^{18}\text{O}$ в карбонатных отложениях оз. Гостенж в Польше, совпадающее по времени с ПБО, указывает на похолодание приблизительно на 3°C по сравнению с началом пребореала [5].

Короткопериодные похолодания раннего голоцена, подобные ПБО, вызывают особый интерес в современной ситуации, так как они могут служить условным сценарием развития похолодания вследствие быстрого потепления и связанного с ним опреснения поверхностных вод в районе Гренландии из-за таяния прибрежных ледников и морского льда, когда большой выброс талых ледниковых вод приводит к временному подавлению термохалинной циркуляции в Северной Атлантике [6]. Несмотря на многочисленные палинологические исследования отложений голоцена, проведенные на Европейской территории России [1, 2, 8, 10 и мн. др.], достаточно подробно изученные разрезы пребореальных отложений с надежным хронологическим контролем в этом регионе до сих пор отсутствуют, хотя пребореальные слои выделяются на многих пыльцевых диаграммах. Полученные нами результаты изучения озерно-болотных осадков из разреза Сельцо с высоким разрешением по времени позволяют до некоторой степени заполнить этот пробел.

Регион исследований, объекты и методы

Скважина 16713 была пробурена в тыловой части массива высокой поймы р. Десны около г. Сельцо Брянской обл. Скважиной вскрыта толща озерно-болотных отложений мощностью 350 см. Серия из 8 14С АМС-датировок, полученных в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН и в Центре изотопных исследований Университета Джорджии (США), позволила построить модель осадконакопления и выделить в данном разрезе слои, относящиеся к пребореалу (11,75-10,70 тыс. л. н.), в интервале глубин 335-215 см. В основании разреза залегает слой опесчаненной гиттии, образовавшийся в конце позднего дриаса. Пребореальные отложения, представленные гиттией, глинистой в средней части и торфянистой в верхней части, перекрыты низинным торфом бореальной фазы голоцена.

Спорово-пыльцевой анализ, проведенный с разрешением по времени 20-25 лет для раннего и 25-35 лет для позднего пребореала, позволяет реконструировать изменения растительности в районе разреза, происходившие на протяжении первого тысячелетия голоцена, и выявить их связь с короткопериодными колебаниями климата. Помимо пыльцы и спор, были определены прочие микрофоссилии растительного происхождения (устыичные клетки хвои, листовые шипики роголистника, спорангии папоротников и т.п.), что дает возможность более обоснованно судить о составе локальных растительных сообществ.

Результаты и обсуждение

Палинологическое изучение озерных осадков показало, что по всему разрезу преобладает пыльца (п.) деревьев и кустарников (55-85% от суммы п. наземных растений Σ), представленная в основном п. *Pinus sylvestris* (до 60-70% Σ) и *Betula* sect. *Albae* (до 40-50% Σ). Обилие спор настоящих папоротников (*Polypodiaceae*) изменяется в широких пределах, поэтому расчеты содержаний

спор также были проведены относительно Σ . По изменениям в составе пыльцевых спектров выделены три локальные пыльцевые зоны (ЛПЗ).

ЛПЗ 1 (335-311 см) характеризует слой гиттии, накопившийся в начале раннего пребореала. Содержание п. деревьев и кустарников возрастает вверх по слою с 55% до 85% Σ преимущественно за счет п. сосны (с 20% до 60% Σ). В большинстве образцов обнаружена редкая п. *Picea* и *P. sibirica*, а в верхней части ЛПЗ 1 – также *Larix* и *Juniperus*. П. березы составляет около 15% Σ , содержания п. ивы снижаются снизу вверх с 15% до 8-10% Σ . Встречается также п. кустарниковых берез, смородины, жимолости, ольхи и видов сем. Malaceae (вероятно, рябины и черемухи). Из травянистых растений в основании ЛПЗ 1 наиболее обильна п. Сурегасеae, Роасеae и *Artemisia* (до 10-15% Σ), причем ее содержания резко сокращаются вверх по разрезу. П. лугового разнотравья очень разнообразна (в каждом образце представлены до 15 семейств), как и п. водных растений (*Myriophyllum*, *Nuphar*, *Utricularia* и др.). Содержание спор Polypodiaceae возрастает вверх по разрезу на два порядка и в верхнем образце ЛПЗ 1 в 2,5 раза превышает Σ . В основании ЛПЗ 1 обнаружены единичные споры *Selaginella selaginoides* и *Riccia*, а в верхней части зоны – споры *Equisetum*.

Состав пыльцевых спектров в ЛПЗ 1 отражает сложное мозаичное строение растительного покрова территории, унаследованное от холодной стадии позднего дриаса. Обилие и разнообразие п. травянистых растений и одновременное присутствие ксерофильных и микротермных видов говорят об ограниченной роли лесов и о существовании растительности, близкой к перигляциальной лесостепи. В лесах этого времени встречались лиственница и сибирский кедр – породы, в настоящее время распространенные в районах с более континентальным климатом, чем современный климат в районе разреза. При этом роль лесных сообществ, в первую очередь, сосновых, возросла в условиях быстрого потепления. Находки устьиц сосны доказывают, что эта порода появилась и быстро распространилась вблизи озера ~11,5 тыс. л. н. О довольно высоких летних температурах в это время говорят также изменения в составе водной растительности: если уруть и кубышка росли в озере уже в начале пребореала, то ~11,5 тыс. л. н. там поселилась и более теплолюбивая кувшинка.

ЛПЗ 2 (311-276 см) соответствует слою глинистой гиттии. Ее начало отмечено новым подъемом содержания п. трав и кустарничков до 35% Σ , в основном за счет осоковых, полыней и разнотравья (Ariaceae, Polygonaceae, Rosaceae и мн. др.). В нижней части ЛПЗ 2 встречается п. *Ephedra*. Состав п. древесных пород близок в описанному для ЛПЗ 1, однако содержание п. сосны в первой половине ЛПЗ 2 снижается с 60% до 30% Σ , а затем вновь повышается, а доля п. *Betula sect. Albae* возрастает до 25-30% Σ . Встречается п. микротермных кустарников – карликовой березы, ольховника. Состав п. водных растений беднее, чем в ЛПЗ 1; обнаружена п. прибрежно-водных растений и обитателей влажных почв – *Sagittaria sagittifolia*, *Menyanthes trifoliata*, *Typha latifolia*, *Sparganium* sp., *Filipendula ulmaria*. Два пика

содержаний спор папоротников, сопоставимых с Σ , обрамляют ЛПЗ 2. Разнообразие спор несколько возрастает в верхней части зоны, где отмечено появление *Botrychium*, *Lycopodium*, *Pteridium* и *Sphagnum* при постоянном присутствии *Equisetum*.

Приведенные данные свидетельствуют о довольно резком похолодании, которое сменилось более медленным потеплением при одновременном снижении континентальности климата. Наиболее заметно влияние этого похолодания на расселение сосны в непосредственной близости от разреза: устьица *Pinus* встречаются в соответствующем слое крайне редко. О достаточно теплом лете для развития луговых сообществ свидетельствуют находки п. представителей 12-15 семейств в каждом образце из этого интервала, в том числе *Sanguisorba*, *Thalictrum* spp., *Polygonum bistorta*, *Valeriana* и др. В начальную фазу похолодания в составе водной растительности сохранялись только наиболее выносливые виды: уруть, ряска, роголистник, а в его конце в озере вновь появилась кубышка. На несколько более мягкий и влажный климат поздней части похолодания указывают распространение мезофильных кустарников – березы низкой, ольховника и видов ивы, новый этап расселения папоротников, появление плаунов и сфагновых мхов в наземном покрове.

ЛПЗ 3 (276-216 см) соответствует слою торфянистой гиттии. Для этого слоя характерны наиболее высокие для всего пребореального интервала содержания п. деревьев и кустарников (80-85% Σ), в том числе белой березы (до 40-50% Σ в верхней части зоны). Доля п. сосны составляет от 30% до 50% Σ . П. темнохвойных пород (ели и кедра) изредка встречается только в нижней части ЛПЗ 3, п. лиственницы и можжевельника не обнаружена. П. влаголюбивых кустарников (*Betula* sect. *Fruticosae*, *Salix* spp.) более обильна в нижней части зоны, где встречается также п. *Malaceae* и хмеля. Из травянистых растений наиболее многочисленна п. осоковых и полыней; разнообразие п. луговых растений быстро убывает вверх по разрезу.

Палинологические данные по ЛПЗ 3 отражают новый этап распространения березовых и сосновых лесов в окрестностях разреза, вызванный возобновлением потепления в позднем пребореале. Доля открытых травянистых сообществ в растительном покрове значительно сокращается. На раннем этапе этого потепления климатические условия, вероятно, были несколько более влажными, чем в его конце. Изменения в составе водной и прибрежно-водной растительности и новое резкое повышение роли папоротников отражают процессы зарастания старичного озера и заболачивания его берегов, приведшие к развитию торфонакопления в бореале.

Выводы

Полученные палинологические данные позволяют проследить изменения состава флоры и растительности, происходившие на протяжении пребореальной фазы голоцена в ответ на короткопериодные (вековые) климатические колебания, и оценить временные границы этих осцилляций на основе модели глубина-возраст, построенной по радиоуглеродным датировкам:

1. Раннепребореальное потепление (11,75-11,4 тыс. л. н.), достигавшее максимума в конце этого интервала, около 11,5 тыс. л. н., в условиях относительно континентального и сухого климата.

2. Похолодание во второй половине раннего пребореала (11,4-11,2 тыс. л. н.), соответствующее ПБО по времени проявления. Пик похолодания приходился на его раннюю, более континентальную фазу.

3. Позднепребореальное потепление при снижении континентальности климата (11,2-10,7 тыс. л. н.), с более гумидным ранним этапом.

Реконструированная последовательность вековых климатических осцилляций в пребореале соответствует в основных чертах установленной для различных регионов зарубежной Европы. Степень и пространственная неоднородность в их проявлении на ЕТР требуют дальнейшего изучения.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-27-00639).

Литература

- [1] Елина Г.А., Арсланов Х.А., Кузнецов О.Л. и др. Хронология этапов развития растительности в голоцене на юго-востоке Фенноскандии (по стандартным спорово-пыльцевым диаграммам) // Палинол. в России. Т.2. М., 1995. С. 37-55.
- [2] Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А. и др. Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 3. С. 30-42.
- [3] Björck S., Rundgren M., Ingólfsson Ó., Funder S. The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses // Journal of Quaternary Science. 1997. Vol. 12. P. 455-465.
- [4] Bos J.A.A., van Geel B., van der Plicht J., Bohncke S.J.P. Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records // Quaternary Science Reviews. 2007. Vol. 26. P. 1927-1950.
- [5] Brauer A., Endres C., Negendank J.F.W. Lateglacial calendar year chronology based on annually laminated sediments from Lake Meerfelder Maar, Germany // Quaternary International. 1999. Vol. 61. P. 17-25.
- [6] Fisher T.G., Smith D.G., Andrews J.T. Preboreal oscillation caused by a glacial Lake Agassiz flood // Quaternary Science Reviews. Vol. 21 (8-9). P. 873-878.
- [7] Kobashi T., Severinghaus J., Barnola J.-M. $4 \pm 1.5^\circ\text{C}$ abrupt warming 11,270 yr ago identified from trapped air in Greenland ice // Earth and Planetary Sciences Letters. 2008. Vol. 268. P. 397-407.
- [8] Novik A., Punning J.-M., Zernitskaya V. The development of Belarusian lakes during the Late Glacial and Holocene // Estonian Journal of Earth Sciences. 2010. Vol. 59 (1). P. 63-79.
- [9] Rasmussen S.O., Andersen K.K., Svensson A.M., et al. A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination // Journal of Geophysical Research-Atmospheres. 2006. Vol. 111. D06102.

[10] Subetto D.A., Wohlfarth B., Davydova N.N., et al. Climate and environment on the Karelian Isthmus, northwestern Russia, 13,000-9000 cal yrs BP // *Boreas*. 2002. Vol. 31. P. 1-19.

[11] van der Plicht J., van Geel B., Bohncke S.J.P., et al. The Preboreal climate reversal and a subsequent solar-forced climate shift // *Journal of Quaternary Science*. 2004. Vol. 19. P. 263-269.

S u m m a r y. According to the high-resolution pollen analysis and radiocarbon dating of oxbow deposits from the high floodplain of the Desna River near the town of Seltso, a sequence of centennial climatic oscillations that developed during the Preboreal phase of the Holocene is reconstructed. Traces of cooling, corresponding in time to the Preboreal Oscillation in Greenland, were found.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИЗБОРСКО-МАЛЬСКОЙ ДОЛИНЫ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ

Н.В. Карпухина¹, И.А. Каревская², Е.А. Константинов¹, Р.Н. Курбанов^{1,2},
О.К. Борисова¹, А.Л. Захаров¹

¹*Институт географии РАН, г. Москва, nvkarpukhina@igras.ru*

²*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

EVOLUTION OF THE IZBORSKO-MALSKAYA VALLEY IN THE LATEGLACIAL TIME

N.V. Karpukhina¹, I.A. Karevskaya², E.A. Konstantinov¹, R.N. Kurbanov^{1,2},
O.K. Borisova¹, A.L. Zakharov¹

¹*Institute of Geography RAS, Moscow, ²Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. На примере Изборско-Мальской долины рассмотрена история развития переуглубленных врезов на Восточно-Европейской равнине в послеледниковое время. Основной фактический материал был получен во время полевого (буровые работы, заложение шурфов, съемка с БПЛА), лабораторного (потери при прокаливании, гранулометрический, спорово-пыльцевой анализы, ОСЛ и радиоуглеродное датирование) и камерального (геоморфологическое картографирование) этапов. Полученные результаты позволили разработать стратиграфию для опорного разреза в Сухом болоте, проследить выделенные слои в пределах всей долины. Установлено, что история развития Изборско-Мальской долины в позднеледниковье была связана с существованием подпрудного водоема, который был быстро спущен ~ 13.2 тыс. л.н. В южной части долины сохранилось реликтовое озеро.

Ключевые слова: лимно-гляциальные отложения, подпрудный водоем, Изборско-Мальская долина, Псковская низменность, позднеледниковье.

Введение

На северо-западе Восточно-Европейской равнины встречаются аномально глубокие – до 300 м, крутосклонные, линейно-вытянутые долинообразные понижения, сильно отличающиеся от типичных долин равнинных рек. Отметки их днищ располагаются на абсолютных высотах от -283 до +150 м. Такие долинообразные понижения врезаны, преимущественно, в дочетвертичные отложения. В настоящее время существует ряд схем, отражающих их пространственное положение [2, 3, 9, 11 и др.]. Происхождение палеоврезов

связывается как с деятельностью дочетвертичных флювиальных процессов, так и с формированием подледной дренажной сети или ложбин экзарационного выпаживания. Выраженность таких линейных депрессий в современном рельефе зависит от степени выполнения четвертичными отложениями. Вопросам генезиса и пространственного распространения долин в существующей литературе уделено значительное внимание, в то время как об условиях и механизмах их развития на этапе деградации последнего оледенения практически нет сведений. Изборско-Мальская долина – одна из полупогребенных долин, которая расчленяет поверхность западной части Псковской низменности. Долина расположена в 4-х км к северо-востоку от комплекса краевых образований, сопоставляемого с лужской стадией деградации поздневалдайского ледникового покрова [4, 10].

Таким образом, цель исследования – реконструкция истории развития Изборско-Мальской долины в позднеледниковье.

Регион исследований, объекты и методы

Изборско-Мальская долина врезана в карбонатно-терригенные отложения среднего и верхнего девона. По мнению [1, 7, 8, 10] долина является фрагментом древней эрозионной сети, которая была расширена и углублена во время четвертичных оледенений. Исследованиями последних лет установлено то, что Изборско-Мальская долина является ледниковой рытвиной, образованной во время наступаний плейстоценовых ледниковых покровов на преобразованную карстом и овражной эрозией территорию [5]. Мощность четвертичных отложений, перекрывающих поверхность междуречья, не превышает 3 м, а в днище долины составляет 4-40 м (возможно, и больше). Дно долины освоено системой рек и озер. Для изучения геолого-геоморфологического строения долины было проведено бурение (ручное и механическое) и заложение шурфов по линиям продольного и поперечного профилей. Все скважины имеют точную геодезическую привязку. Всего было заложено 7 профилей (1 – продольный и 6 – поперечных). Пешие маршруты и съемка с БПЛА позволили судить об особенностях рельефа днища и склонов долины.

В Сухом болоте, расположенном между Городищенским и Мальским озерами, была заложена опорная скважина (12.65 м). Из этой скважины был отобран керн с ненарушенной структурой. Для образцов, отобранных из керна, были выполнены гранулометрический состав, потери при прокаливании, определение магнитной восприимчивости, спорово-пыльцевой и радиоуглеродный (жидкостно-сцинтилляционный и УМС методы) анализы. Дополнительно серия проб на радиоуглеродный и ОСЛ анализы была отобрана из разрезов по линиям поперечных профилей.

Результаты и обсуждение

По геолого-геоморфологическому строению в Изборско-Мальской долине можно выделить два участка: южный (простирается от вершины долины до северной окраины Мальского озера) и северный (занимает

территорию от северной окраины Мальского озера до субширотной долины у д. Вашина гора).

В опорном разрезе Su-1, заложенном в южной части долины, можно выделить шесть слоев: 1 (11.63-11.65 м) – мелкозернистый песок с единичным гравием флювио-лимно-гляциального генезиса; 2 (8.6-11.63 м) – ритмично-слоистые суглинки лимно-гляциального генезиса; 3 (6.10-8.6 м) – ритмично-слоистые суглинки (варвы) лимно-гляциального генезиса; 4 (5.0-6.10 м) – переслаивание суглинка, гжи и супеси озерного генезиса; 5 (2.3-5.0 м) – гжа (озерная известь); 6 (0-2.3 м) – торф. Согласно с возрастной моделью, построенной по 8 радиоуглеродным датировкам и палинологическим данным, можно полагать, что приледниковый водоем в южной части долины существовал с ~ 14.5 тыс. кал. л.н. по 13.2 тыс. кал. л.н. Спуск водоема произошел быстро, поскольку между слоями 3 и 4 отмечается резкий контакт. На месте приледникового водоема сохранился реликтовый водоем, который в раннем голоцене стал заболачиваться.

Анализ геолого-геоморфологических профилей в северной части долины и в субширотной долине в районе д. Вашина гора показал, что с поверхности вскрываются тонкослоистые пески лимно-гляциального происхождения. ОСЛ датировки для этих отложений (глубина отбора образцов до 2 м) варьируются от 13.9-13.3 тыс. л.н. Данные отложения слагают поверхность озерно-ледниковой аккумуляции, которая разделена линейно вытянутым эрозионным врезом. По днищу этого вреза протекает р. Обдех. Морфология вреза и возраст вмещающих его отложений торфа указывает, что образование эрозионного вреза произошло после спуска приледникового водоема и не связано с деятельностью р. Обдех [6].

Выводы

1. Морфология и геологическое строение северной и южной частей днища Изборско-Мальской долины отличается между собой, что является результатом особенностей осадконакопления в позднеледниковье-голоцене. После освобождения долины ото льда, вся долина была затоплена водами приледникового водоема. После спуска приледникового водоема в южной части долины появилось реликтовое озеро, которое позже местами заболотилось. В северной части долины при спуске подпрудного водоема произошло расчленение поверхности озерно-ледниковой аккумуляции. После спуска водоема, здесь установились субаэральные условия. Днище новообразованного эрозионного вреза стало подвергаться процессам заболачивания еще в позднеледниковье. В настоящее время днище этого вреза осваивает р. Обдех.

2. Приледниковый водоем в Изборско-Мальской долине существовал с ~14.3 по 13.2 тыс.л.н. Полученные датировки не совпадают с расчетами, выполненными на основе данных предыдущих исследователей - 14.3-14.0 тыс. кал.л.н. Такое расхождение, может быть связано, как со слабо разработанной ледниковой геохронологией в регионе, так и с длительной дегляциацией Псковской низменности на ее начальных этапах.

3. Максимальный уровень приледникового водоема в долине был ~72 м, а минимальный 53 м. Террасы со сходными высотами отмечаются в Печорско-Вырусской долине. Вероятно, Изборско-Мальскую и Печорско-Вырусскую долины затапливал единый водоем, формировавшийся у края ледника в пределах котловины Псковско-Чудского озера.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-77-00095 (полевые работы, ОСЛ датирование, палинологический и гранулометрический анализы). Геоморфологическое картографирование проводилось в рамках темы госзадания № FMGE-2019-0005.

Литература

- [1] *Исаченков В.А.* О девонской куэсте на территории Псковской области. // Уч. зап. Псковского пед. ин-та. География и биология. –1969. – Вып. 22. – С. 3 – 10.
- [2] *Исаченков В.А.* Формирование рельефа Северо-Запада Русской равнины. // Дисс...докт. геогр. наук. – М.: МГУ, 1975. – С. 215.
- [3] *Исаченков В.А.* О происхождении долинообразных понижений поверхности дочетвертичных пород Северо-Запада Русской равнины // Вестник МГУ. Сер. 5, География. – 1981. – №6. – С. 46-50.
- [4] *Карпухина Н.В.* Особенности деградации осташковского ледникового покрова в пределах Чудско-Псковской низменности // Геоморфология. – 2013. – № 4. – С. 38-47.
- [5] *Карпухина Н.В., Бричева С.С., Константинов Е.А., Татарников О.М., Маккавеев А.Н., Захаров А.Л.* О происхождении террас в погребенных долинах на северо-западе Восточно-Европейской равнины // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 2. – С. 238-253.
- [6] *Карпухина Н.В., Маккавеев А.Н., Захаров А.Л., Константинов Е.А., Курбанов Р. Н., Бричева С. С., Сычев Н. В., Баранов Д. В.* Озерно-ледниковая терраса в Изборско-Мальской долине: строение, возраст и механизм формирования. // Геоморфология. – 2022. – №1. – С. 65-80.
- [7] *Лесненко В.К.* О проявлении карста на территории Печорского района Псковской области // Мат-лы 10 науч. конф. – вып.6. Псков: ПГПИ, 1968. – С. 3-10.
- [8] *Малаховский Д.Б., Баканова И.П.* Крупнейшие речные долины // Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). – Л., Наука ЛО, 1969. – С. 54-65.
- [9] *Таваст Э., Раукас А.* Рельеф коренных пород Эстонии. – Таллин: Валгус, 1982. – 193 с.
- [10] *Татарников О.М.* Рельеф и палеогеография Псковской области. – Псков: ПГПУ, 2007. – 127 с.
- [11] *Krotova-Putintseva A.Y. and Verbitskiy V.R.* Preglacial geomorphology of the northern Baltic Lowland and the Valdai Hills, north-western Russia // Bulletin of the Geological Society of Finland – Vol. 84. – 2012. – P. 58-68.

S u m m a r y. The research focuses on the evolution of paleoincisions in the post-glacial period on the East European Plain. The Izborsk-Malskaya valley was examined for this purpose. The main data was obtained during the field works (drilling, excavation works, UAV survey), lab (loss on ignition, grain size, palynology, OSL and radiocarbon dating), and cameral (geomorphological mapping) stages. The stratigraphy for the key section was created based on the analytics. The distinguished layers in the key section were traced through the valley. The result shows that the proglacial lake with 72 m a.s.l. existed in the Izborsk-Malskaya valley in the late glacial time. The ice-dammed lake was drained ~ 13.2 ka. The relictic lake was preserved in the south portion of the valley.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ ЛЕДОВЫХ ПОТОКОВ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЩИТА ВО ВРЕМЯ МИС2-4

А.И. Кашдан¹, В.С. Шейнкман^{2,3}

¹Группа палеогляциологических исследований, г. Монреаль, Канада, adamyakashdan@gmail.com

²Институт криосферы Земли, ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень, vlad.sheinkman@mail.ru

³Тюменский государственный университет, г. Тюмень

RECONSTRUCTION OF THE EVOLUTION OF ICE FLOWS OF THE BARENTS-KARA ICE SHEET DURING MS2-4

A.Y. Kashdan¹, V.S. Sheinkman^{2,3}

¹Paleoglaciology Research Group, Montreal, Canada

²Earth Cryosphere Institute, Tyumen FRS, SB RAS, Tyumen, Russia

Аннотация. Современные наблюдения на Гренландских, Канадских Арктических и Антарктических ледниках показывают, что некоторые ледники, сохраняющиеся на пиках рельефа ложа, внезапно отступают через годы или десятилетия после начала локального потепления океана или атмосферы. Используя палеогляциологическое моделирование для Баренцево-Карского ледникового щита, мы показали, что сохранение ледников может привести к двум очень разным вариантам развития событий: один - когда ледники сохраняются на вершинах ложа неопределенно долго, а другой - когда ледники внезапно отступают от вершины ложа без сопутствующего климатического воздействия в период МИС2, МИС3 и МИС4.

Ключевые слова: поздний плейстоцен, Арктика, палеогляциологическое моделирование

Введение

Потеря массы современных ледниковых щитов Гренландии, Канадской Арктики и Антарктиды ускорилась в последние десятилетия, что обусловлено растущим таянием льда на их поверхности и расходом ледового вещества путем откола айсбергов [14, 22, 23]. Увеличение стока с ледников частично обусловлено их отступанием по углубляющемуся (ретроградному) рельефу ложа, что может инициировать положительную обратную связь, известную как "нестабильность морского ледникового щита" [27]. Однако климатическое воздействие, необходимое для запуска этой положительной обратной связи, зависит от ряда других процессов, включая контрфорсирование ледникового шельфа и подледное трение [8,9,10,14,16,17] – не все они точно представлены в теориях устойчивости морских ледниковых покровов, и даже в сложных моделях ледниковых щитов, которые используются для прогнозирования прошлых в МИС2, МИС3, МИС4 и будущих изменений ледникового покрова. В частности, топография дна, колеблющаяся в масштабе от десятков до сотен километров, приводит к неустойчивому поведению ледника, которое не может быть точно предсказано с помощью классических теорий устойчивости морского ледникового щита [7, 19].

Регион исследований, объекты и методы

Известно, что по мере совершенствования методов исследования топографии подледникового ложа и отступления ледников мы узнаем, что она неровная в широком диапазоне масштабов длины [11,13] и что многие ледники

в Гренландии и Антарктиде претерпели большие отступления после МИС1 [4, 25, 24]. Как показывают наблюдения, например, на леднике Пайн-Айленд, он сохранял свою устойчивость до 1970-х годов, несмотря на то, что региональное потепление океана началось в 1940-х годах [24]. Как видим из результатов многих исследований, значительные участки побережья Гренландии также подвергались вторжению теплых океанских вод, хотя разные ледники реагировали на эти вторжения по-разному [4], причем наличие наиболее ярких пиков рельефа ложа, таких как краевые ледниковые формы, образовавшиеся при отступании ледника в период после МИС2, МИС3 и МИС4, было ключевым фактором для эволюции ледникового щита как в Гренландии, так и в Антарктиде.

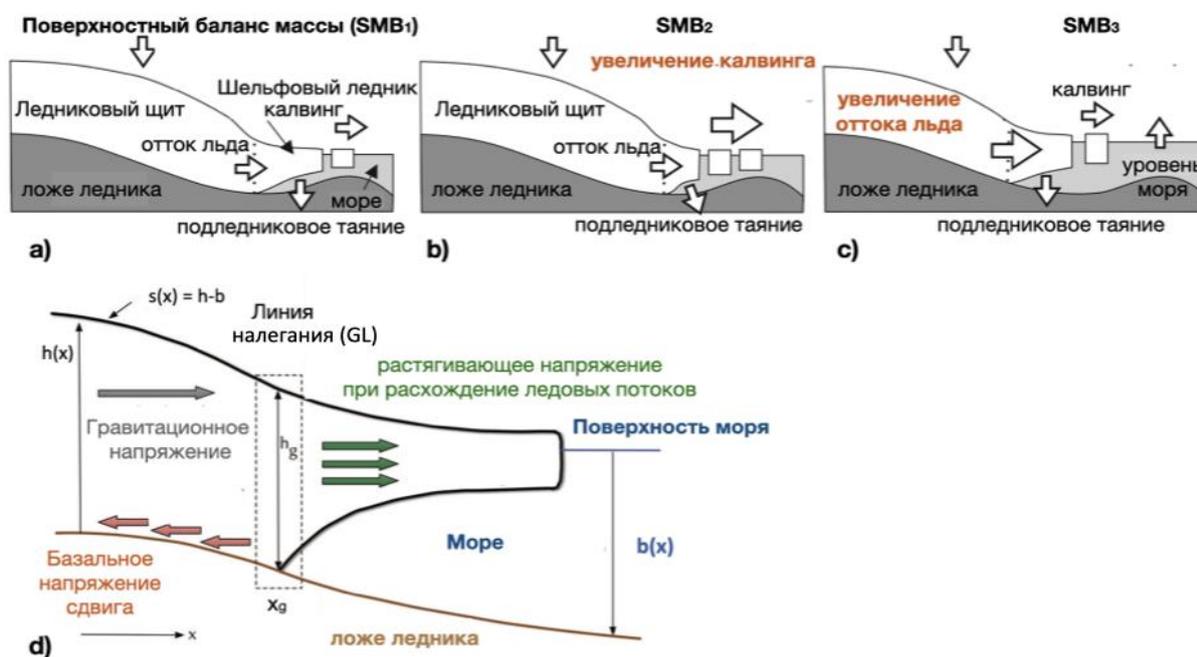


Рис. 1. a-b: основные компоненты в поверхностного баланса массы (SMB) морского ледникового щита – увеличение откола айсбергов (калвинг) и подледниковое таяние влияют только на массу плавучего шельфового льда и не влияют на резкое повышения уровня моря; c: увеличение оттока льда через линию налегания (GL) и дополнительная аккумуляция (зимние и летние снегопады) контролируют объем плавучего шельфового льда и, следовательно, влияют на повышения уровня моря [18]; d: схема модели ледникового щита с одним горизонтальным измерением 1D [26], три условия баланса контролирующих сил — дивергенции напряжения растяжения (зеленый), базальное напряжение сдвига (красный) и гравитационное напряжение (серый).

Краевые ледниковые формы распознаются на шельфе морей Баренцева и Карского вокруг Новой Земли по совокупности признаков в виде акустически прозрачной, просветленной или хаотичной записи на сейсмоакустических разрезах [3]. Моренные гряды на дне морей Баренцева и Карского, как правило, образуют положительные формы рельефа дна (холмы и гряды) с плоским основанием и пилообразным сводом [2]. Геологические данные, собранные из различных регионов о прошлом отступании ледников в МИС2, МИС3 и МИС4,

дополнительно демонстрируют важность пиков ледника в реакции ледниковых щитов на изменение климата.

Подводный рельеф моря Росса в Антарктиде представлен гладкими, плоскими впадинами, разделяющими большие плато. На фоне этой ровной батиметрии фиксируются такие места, как локализованные ледниковые формы, где отступление ледникового щита во впадине моря Росса приостанавливалось на длительные периоды времени [6, 20]. Такие же локализованные ледниковые формы мы определили в морях Баренцевом и Карском (рис. 2). Древние ледниковые формы среднеплейстоценовых оледенений двух генераций были размывты и сохранились лишь фрагментарно в виде останцов [2]. Конечные более молодые морены, контрастно выделяющиеся в рельефе морского дна и окаймляющие архипелаг Новая Земля как со стороны Баренцево так и со стороны Карского моря, относятся авторами к зырянскому МИС4 оледенению [2]. Они перекрываются характерной тощей слоистых морских осадков, сопоставляемых с каргинским временем МИС3 по всему Баренцево-Карскому региону [1].

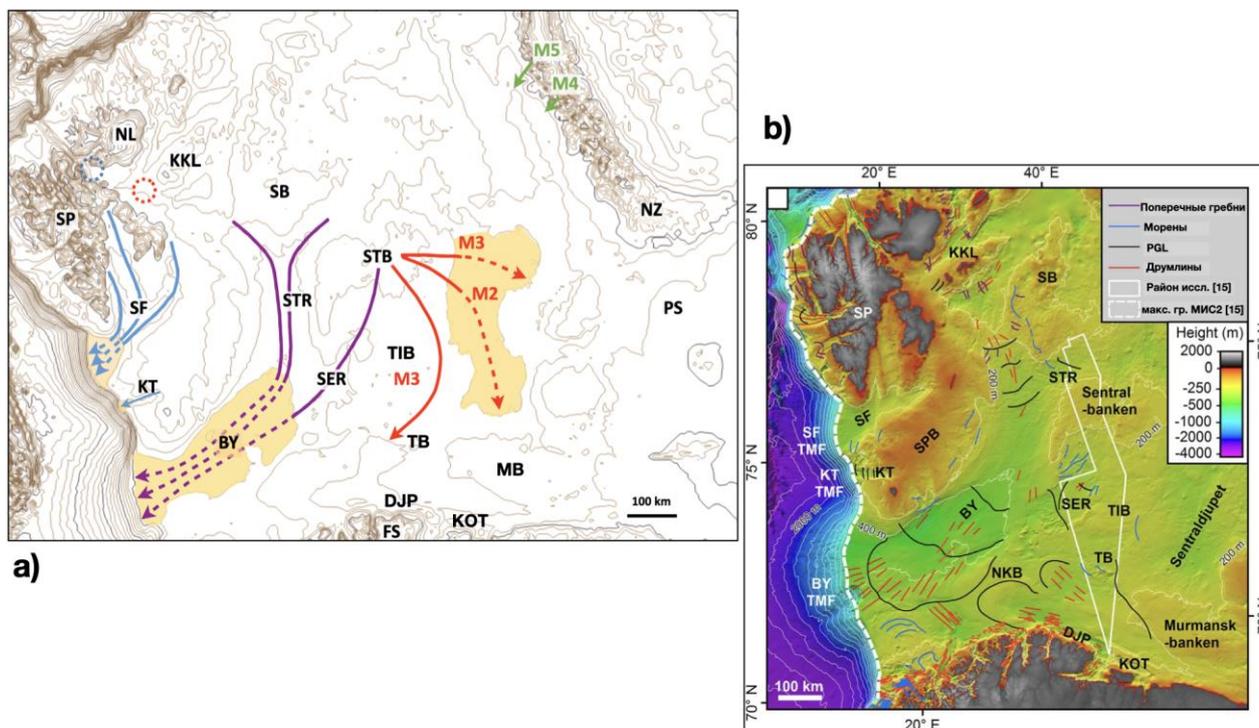


Рис. 2. а: основные линии смоделированных ледниковых потоков MOD1-4 в МИС2. Изолинии нанесены каждые 100 м, Скандинавский полуостров (FIS), Шпицберген (SP), Новая Земля (NZ), Печорское море (PS), Медвежий желоб (BY), Зюйдкапский желоб (SF), впадина Джупренна (DJP), впадина Квейтехол (KT), впадина Центральная Банкрена (SER), поднятие Стор Банка (SB), Земля Конга Карла (KKL), поднятие Центральной Банки (STB), поднятие Мурманская Банка (MB, Мурманская возвышенность); б: ледниковые формы центральной части Баренцева моря и последствия дегляциации [15].

Результаты и обсуждение

Стоит отметить, что, как с помощью сейсмических и литологических исследований, так и с помощью палеогляциологического моделирования (рис. 1

и 2), можно определить тот факт, что отступление ледникового щита с морского шельфа может приостанавливаться на пиках ложа (в нашем случае – краевые ледниковые формы). Это может происходить в течение длительных периодов времени, даже если ледник продолжает терять массу в ответ на текущее или предыдущее климатическое воздействие.

Сохранение стабильности ледника на вершинах ложа в конечном итоге приводит к одному из двух совершенно разных вариантов развития событий с точки зрения эволюции ледникового покрова. Один вариант – когда ледник продолжает сохранять квазистабильное состояние без потери массы, и другой – когда отступление происходит внезапно, без одновременного изменения климата и приводит к значительному ускорению потери массы. Однако, по данным современных наблюдений за устойчивостью ледников, как в Гренландии, так и в Антарктиде, трудно определить, какой из этих двух возможных вариантов развития событий происходил после МИС2, МИС3 и МИС4. В нашей работе на основе палеогляциологического моделирования мы определили, что под стабильностью ледника необязательно подразумевается его устойчивое состояние в течение определенного времени. В конечном счете, такое неоднозначное поведение кажущихся "стабильности" или "нестабильности" ледников скрывает истинные причины прошлого повышения или понижения уровня моря в условиях значимых факторов неотектоники в МИС2, МИС3 и МИС4.

Выводы

Проведенное палеогляциологическое моделирование Баренцево-Карского ледникового покрова и современные наблюдения за ледниками Гренландии и Антарктиды показали [5], что ледники на вершинах ложа имеют два возможных эволюционных сценария развития событий. Во-первых, они могут оставаться на вершине ложа неопределенное время (т.е. стабилизироваться) или начать отступление, спустя, потенциально, долгое время после начала изменения климата. Во-вторых, ледники, сохраняющиеся на вершинах ложа, могут продолжать терять массу в ответ на предшествующее или продолжительное изменение климата, хотя будет наблюдаться растущее "неравновесие" из-за неравномерности в потере массы на вершинах ложа и общей потерей массы ледника.

Работа выполнена в рамках тем госзаданий 121041600042-7 и 121042000078-9.

Литература

- [1] Гайнанов В.Г., Поляк Л.В., Гатауллин В.Н., Зверев А.С. Сейсмоакустические исследования следов покровных оледенений в Карском море//Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2005. No 1. С. 38-44.
- [2] Рекант П.В., Гусев Е.А., Артемьева Д.Е., Зархидзе Д.В., Шкарубо С.И. Подводные границы Новоземельского оледенения по сейсмоакустическим

данным//Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Материалы X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Москва 25–29 сентября 2017 г. – М.: ГЕОС, 2017. С. 332-334.

[3] Спиридонов М.А., Рыбалко А.Е., Поляк Л.В. Стратиграфия верхнечетвертичных отложений Новоземельского шельфа и палеогеография восточной части Баренцева моря в позднем плейстоцене – голоцене//Осадочный покров гляциального шельфа северо-западных морей России. СПб., 1992. С. 47-68.

[4] Catania G., Stearns L., Sutherland D., Fried M., Bartholomaeus T., Morlighem M., Shroyer E., Nash J. Geometric controls on tidewater glacier retreat in central western Greenland//Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2018. 123(8), 2024–2038.

[5] Christian J.E., Koutnik M., Roe G. Committed retreat: controls on glacier disequilibrium in a warming climate//Journal of Glaciology. 2018. 64(246), 675–688.

[6] Greenwood S.L., Simkins L.M., Halberstadt A.R.W., Prothro L.O., Anderson J.B. Holocene reconfiguration and readvance of the East Antarctic Ice Sheet//Nature communications. 2018. 9(1), 1–12.

[7] Grosswald, M.G., Hughes, T.J. Paleoglaciology's grand unsolved problem//Journal of Glaciology. 1995. 41(138), 313-332.

[8] Gudmundsson G., Krug J., Durand G., Favier L., Gagliardini O. The stability of grounding lines on retrograde slopes//The Cryosphere. 2012. 6(4), 2597–2619.

[9] Gudmundsson, G.H. Ice-shelf buttressing and the stability of marine ice sheets//The Cryosphere. 2013. 116(19). 7(2), 647-655.

[10] Haseloff M., Sergienko O.V. The effect of buttressing on grounding line dynamics//Journal of Glaciology. 2018. 64(245), 417–431. doi: 10.1017/jog.2018.30

[11] Jordan T.M., Cooper M.A., Schroeder D.M., Williams C.N., Paden J.D., Siegert M.J., Bamber J.L. Self-affine subglacial roughness: consequences for radar scattering and basal water discrimination in northern Greenland//The Cryosphere. 2017. 11(3), 1247–1264.

[12] Morlighem M., Williams C.N., Rignot E., An L., Arndt J.E., Bamber J.L., Catania G., Chauché N., Dowdeswell J.A., Dorschel B. and others Bedmachine v3: Complete bed topography and ocean bathymetry mapping of Greenland from multibeam echo sounding combined with mass conservation//Geophysical research letters. 2017. 44(21), 11–051.

[13] Morlighem M., Rignot E., Binder T., Blankenship D., Drews R., Eagles G., Eisen O., Ferraccioli F., Forsberg R., Fretwell P. and others Deep glacial troughs and stabilizing ridges unveiled beneath the margins of the Antarctic ice sheet//Nature Geoscience. 2020. 13(2), 132–137.

[14] Mouginot J., Rignot E., Bjork A.A., Van Den Broeke M., Millan R., Morlighem M., Noël B., Scheuchl B., Wood M. Forty-six years of Greenland Ice Sheet mass balance from 1972 to 2018//Proceedings of the National Academy of Sciences. 2019. 116(19). 9239–9244.

- [15] Newton A.M., Huuse M. Glacial geomorphology of the central Barents Sea: implications for the dynamic deglaciation of the Barents//Sea Ice Sheet Marine Geology. 2017. 387, 114-131.
- [16] Pegler S.S. Suppression of marine ice sheet instability//Journal of Fluid Mechanics. 2018. 857, 648–680.
- [17] Robel A.A., Schoof C., Tziperman E. Persistence and variability of ice-stream grounding lines on retrograde bed slopes//The Cryosphere. 2016. 10(4), 1883–1896.
- [18] Schoof C. Ice sheet grounding line dynamics: Steady states, stability, and hysteresis//Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2007. 112, F03S28, 1-19.
- [19] Sergienko O.V., Wingham D. Grounding line stability in a regime of low driving and basal stresses//Journal of Glaciology. 2019. 65(253), 833–849.
- [20] Sergienko O.V., Wingham D.J. Bed topography and marine ice-sheet stability//Journal of Glaciology. 2021. 68(267), 124-138.
- [21] Simkins L.M., Anderson J.B., Greenwood S.L., Gonnermann H.M., Prothro L.O., Halberstadt A.R.W., Stearns L.A., Pollard D., DeConto R.M. Anatomy of a meltwater drainage system beneath the ancestral East Antarctic ice sheet//Nature Geoscience. 2017. 10(9), 691–697.
- [22] Shepherd A., Ivins E., Rignot E., Smith B., Van Den Broeke M., Velicogna I., Whitehouse P., Briggs K., Joughin I., Krinner G., and others. Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017//Nature. 2018. 558. 219–222.
- [23] Shepherd A., Ivins E., Rignot E., Smith B., van Den Broeke M., Velicogna I., Whitehouse P., Briggs K., Joughin I., Krinner G. and others. Mass balance of the Greenland ice sheet from 1992 to 2018//Nature. 2020. 579(7798). 233–239.
- [24] Smith J.A., Andersen T.J., Shortt M., Gaffney A., Truffer M., Stanton T.P., Bindschadler R., Dutrieux P., Jenkins A., Hillenbrand C.D. and others Sub-ice-shelf sediments record history of twentieth-century retreat of Pine Island Glacier//Nature. 2017. 541(7635), 77–80.
- [25] Tinto K., Bell R.E. Progressive unpinning of Thwaites Glacier from newly identified offshore ridge: Constraints from aerogravity//Geophysical Research Letters. 2011. 38(20).
- [26] Tsai V.C., Stewart A.L., Thompson A.F. Marine ice-sheet profiles and stability under Coulomb basal conditions//Journal of Glaciology. 2015. 61(226), 205-215.
- [27] Weertman J. Stability of the junction of an ice sheet and an ice shelf//Journal of Glaciology. 1974. 13. 3–11.

S u m m a r y. Contemporary observation on Greenland, Canadian Arctic and Antarctic glaciers show that some glaciers preserved at the peaks of the bed topography suddenly retreat years or decades after the onset of the local ocean or atmospheric warming. Using paleoglaciological modeling for the Barents-Kara ice sheet, we have shown that glacier retention can lead to two very different developments: one, when glaciers persist at the bed peaks indefinitely, and the other, when glaciers suddenly retreat from the bed top without concomitant climatic forcing during MIS2, MIS3, and MIS4.

ЗАПИСЬ НАВОДНЕНИЙ И ЗАСУХ В ГОЛОЦЕНОВЫХ РАЗРЕЗАХ ОКОЛО АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ, ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ

Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, Т.А. Гребенникова¹, Т.Р. Макарова¹,
Т.В. Корнюшенко¹, С.Д. Прокопец²

¹ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток, *nadyar@tigdvo.ru*

²ИИАЭ ДВО РАН, г. Владивосток, *stas842005@mail.ru*

RECORDS OF FLOODS AND DROUGHTS IN THE HOLOCENE SECTIONS NEAR ARCHAEOLOGICAL SITES, SOUTHERN PRIMORYE

N.G. Razjigaeva¹, L.A. Ganzey¹, T.A. Grebennikova¹,
T.R. Makarova¹, T.V. Korniyushenko¹, S.D. Prokopets²

¹*Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok*

²*Institute of History, Archaeology, and Ethnography of the Peoples of the Far East, FEB RAS,
Vladivostok*

Аннотация. Комплексные палеогеографические исследования (литолого-фашиальный, диатомовый, спорово-пыльцевой анализы) позволили установить периоды сильных наводнений и длительных засух при заселении Южного Приморья представителями разных археологических культур в среднем-позднем голоцене. Повторяемость этих негативных факторов была крайне неравномерной. Природными архивами периодов частых засух являются погребенные почвы. Признаками наводнений является наличие в разрезах прослоев суглинков и супесей. Для выделения событий использованы биоиндикаторы.

Ключевые слова: ландшафты, климатические изменения, ранний железный век, средневековье.

Введение

На заселение территории и хозяйственную деятельность человека в древности влияли такие аномальные природные процессы, как сильные наводнения и длительные засухи. Изменение агроклиматических условий приводило к неоднократной миграции земледельческого населения в Восточной Маньчжурии и Приморье [2]. Муссонный климат переходной зоны от Азиатского континента к Тихому океану характеризуется неравномерностью увлажнения по сезонам. Зимний сезон малоснежный. Большая часть атмосферных осадков выпадает в конце лета и начале осени. В это время на юг Дальнего Востока выходят тропические циклоны, с которыми связаны обильные осадки и наводнения. Особенно опасны метеорологические ситуации, когда циклоны близки по времени, что вызывает переувлажнение водосборов и быстрый подъем уровня рек. Полученный в последние годы палеогеографический материал [8] показывает, что в голоцене увлажнение существенно менялось, что связано с изменением интенсивности муссонной циркуляции, а также с разной повторяемостью и сдвигом траекторий глубоких циклонов. Цель работы выявить периоды сильных наводнений и засух при заселении территории представителями разных археологических культур.

Объекты и методы

Объектами исследования выбраны естественные разрезы и разрезы, включающих культурные слои, в бассейнах рек Раздольная и Шкотовка, а

также на побережье зал. Петра Великого. Разрезы находятся около многослойных археологических стоянок или на некотором от них удалении. Реконструкции основаны на применении литолого-фациального, диатомового и спорово-пыльцевого анализов. Возраст отложений определялся на основе радиоуглеродного анализа и тефростратиграфии. Признаками наводнений являются: наличие в разрезах прослоев суглинков, оставленных в крупные события, снижение концентрации створок диатомовых водорослей и присутствие видов, характерных для проточных вод; присутствие видов из других биотопов (старицы, болотистые участки и др.), которые могли быть занесены речными водами; наличие пыльцы и спор, которые приносились с верховьев водосборов; переотложенные пыльца и споры из древних отложений. Признаками периодов частых засух являются: погребенные почвы; повышение доли диатомей, характерных для слабоувлажненных мест и почв; увеличение пропорции пыльцы ксерофитных растений; снижение скоростей торфонакопления и увеличение степени разложения растительных остатков.

Обсуждение результатов

Бассейн р. Раздольная. Разрезы около Старореченского городища вскрывают две аллювиально-почвенные серии. Погребенная почва фиксирует длительный период засух (^{14}C -даты 2110 ± 80 л.н., 2100 ± 110 кал. л.н., ЛУ-8854; 1610 ± 110 л.н., 1520 ± 120 кал. л.н., ЛУ-8856). Этап снижения водности начался, вероятно, в похолодание около 2.7-2.6 тыс. л.н. Этот период сопоставляется с глобальным холодным событием, которое в Восточной Азии сопровождалось снижением увлажнения [11]. Данные по Южному Приморью и Северо-Восточному Китаю показывают, что в это время был ослаблен летний муссон [10]. Возраст верхней части погребенной почвы VI–VII вв. н.э., когда возникло Старореченское городище [7]. На фоне иссушения происходили паводки, их повторяемость была реже, чем в современных условиях. Судя по содержанию планктонных диатомей рода *Aulacoseira*, наиболее сильные наводнения проходили в теплые фазы. В малый оптимум голоцена паводки стали более частыми, о чем свидетельствует рост содержания аллохтонных диатомей, но кардинальных изменений ситуации не было: в культурном слое доминируют виды, типичные для почв. Образование второй аллювиально-почвенной серии началось в малый ледниковый период. Увеличилась водность р. Раздольной: возросла частота паводков, затапливалась вся пойма, и шло накопление суглинков и супесей без следов длительных перерывов. В составе диатомей преобладают виды, характерные для речных вод. Высокая доля видов, характерных для стариц, косвенно указывает на их широкое развитие при меандрировании и смене положения русла. В палиноспетрах увеличилось количество пыльцы и спор, перенесённых с верховий из пояса темнохвойных лесов. На момент заселения долины первопоселенцами во второй половине XIX века паводковая активность снизилась и на пойме сформировалась плодородная почва, которую начали использовать под пашни.

Южно-Уссурийское городище датируется XII-началом XIII вв. [1]. Городище является многослойным памятником: в раскопе 2021 г. по

заклучению О.Л. Моревой и Д.М. Поперечного в основании было вскрыто жилище кроуновской культуры. След крупного наводнения представлен линзами серого суглинка, залегающего между двумя средневековыми жилищами. Обнаружены единичные аллохтонные диатомеи: планктонные *Aulacoseira alpigena*, *A. granulata*, *A. subarctica*, донный *Pinnularia* sp. и обрастатель *Ulnaria ulna*, обитающий в стоячих и текучих водах. Автохтонные виды представлены почвенным *Hantzschia amphioxys*, способным обитать при незначительном увлажнении. Подъем воды был не менее 6-8 м. Как и сейчас, город затапливался в средние века, но события такого масштаба были редкими.

Бассейн р. Шкотовка. Заселение долины началось с раннего железного века, городища Стеклянуха 1 и 2 построены в средние века [5]. В разрезе первой надпойменной террасы р. Стеклянуха обнаружена погребенная почва (^{14}C -дата 2170 ± 100 л.н., 2160 ± 140 кал л.н., ЛУ-9983). Встречено много почвенных диатомей: *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica*, *Pinnularia borealis*, *P. obscura* (до 51.4 %). Находки коловраток свидетельствуют, что периодически проходили наводнения. Об этом говорит и большое количество спор плаунов, которые были принесены водными потоками из верховий из пояса темнохвойных лесов. Биоиндикаторы показывают, что обводнение долины увеличилось в средние века. На изученном участке существовала старица (1560-490 кал. л.н.), которая временами пересыхала. Обилие пыльцы берез и находки *Ephedra* говорит о засушливых условиях 1130-920 кал. л.н. Пойменные отложения подтверждают, что малый ледниковый период характеризовался частыми паводками. Состав диатомей показывает нарастающее влияние речных вод, появились признаки заболачивания поймы.

П-ов Песчаный. Активное освоение полуострова началось в раннем железном веке (янковская археологическая культура) [4]. Находка погребенной луговой почвы под слоем торфа на перешейке, соединяющем палеостров с материком, свидетельствует о длительном засушливом периоде. Из почвы получена ^{14}C -дата 2260 ± 80 кал. л.н., 2250 ± 110 кал. л.н., ЛУ-9989. В основании перекрывающего торфа получена ^{14}C -дата 1350 ± 130 кал. л.н., 1240 ± 130 кал. л.н., ЛУ-9988, что говорит об усилении атмосферного увлажнения. Выше найден пепел влк. Байтоушань (946/947 гг н.э.). В малый ледниковый период в условиях сильного обводнения сформировался слабо разложившийся торф.

П-ов Муравьева-Амурского. Для реконструкций выбран заболоченный берег оз. Черепашье. Вокруг озера известно 16 археологических памятников (в основном раннего железного века) и 9 курганообразных возвышений, возможно, связанных с погребальным обрядом корейских переселенцев [9]. На аккумулятивной форме, отделяющей озеро от бухты, расположен многослойный археологический памятник Черепаша-13. Выделено пять этапов заселения побережья с позднего неолита, наиболее крупным поселением было во времена янковской культуры [3]. Разрез фиксирует этапы развития лагуны-озера, которое контролировалось изменением увлажнения и колебаниями уровня моря. Признаком речного влияния может быть присутствие почвенных и болотных видов (<4%), перенесённых в сильные наводнения в лагуну (4562-

4043 кал л.н.; 2486-2341 кал л.н.). Площадь озера резко сократилась ~2200-1760 кал. л.н., берега активно заболачивались. Наибольшее содержание почвенных видов (до 49%) отвечает сухому периоду 1910-1330 кал. л.н. При снижении обводнения побережье стало привлекательнее, чем внутренние части долин, где были сильные засухи в начале лета и сильные наводнения в конце лета-сентябре. На берегу были меньше засухи и в начале вегетационного периода, что повлекло сюда миграцию населения, занимающегося земледелием [2]. На берегу бух. Муравьиная появилось поселение кроуновской культуры [3]. Палеоданные показывают, что малый ледниковый период был влажным. Увеличение доли *Navicula radiosa*, *Grunowia solgensis* в кровле торфяника показывают усиление речного влияния последние 200 лет.

О-в Русский. Заселение и освоение острова началось со среднего неолита [6]. Данные из разреза отложений палеозера-лагуны бух. Красная показали, что следы пребывания древнего человека на берегу фиксируются с 6800-6700 кал. л.н. Остров был заселен представителями бойсманской (6700-5900 кал. л.н.) культуры [6]. На побережье бух. Красная обводнение водоема и повышение солености отвечали пикам морских трансгрессии. Увеличение доли пресноводных видов – планктонного *Aulacoseira granulata* наряду с *Staurosira construens*, *Cymbella aspera* может быть связано с сильным наводнением 6080–6000 кал. л.н., совпадающего с концом фазы обводнения 6210–5980 кал. л.н., выделенного для горных районов. С 4090 кал. лет лагуна превратилась в пресное озеро, которое постепенно деградировало. Скорости накопления илов снизились около 3510±90 кал. л.н., что связано с фазой снижения увлажнения, хорошо проявившееся в других районах Приморья. По обрамлению усыхающего озера появились заросли ольхи. Органогенное осадконакопление связано с обводнением озерной чаши ~700 кал. л.н. Озеро стало активно зарастать и прекратило существование около 200-170 кал. л.н. На более сухой климат указывает повышение пропорции почвенных диатомей.

О-в Шкота. Признаки влияния на растительность, связанные с заселением острова древним человеком, выявлены, начиная с 4200 кал. л.н. Палеозеро на перешейке, соединяющем с о. Русским, образовалось в результате роста томболо во второй половине среднего голоцена. Водоем прошел несколько стадий развития от лагуны до пресноводного озера. Возможно, увеличение доли почвенных и болотных видов фиксирует снижение уровня озера ~2680-2200 кал. л.н. Озеро начало зарастать ~1240 кал. л.н. Рост количества и разнообразия диатомей рода *Gomphonema* косвенно говорит о развитии временных водотоков при увеличении увлажнения. Процессы заболачивания усилились в малый ледниковый период, особенно в сухой эпизод ~340-230 кал. л.н., некоторое обводнение болота последние 200 лет отвечает тенденции к увеличению количества атмосферных осадков в условиях потепления.

Выводы

Изучение разрезов вблизи археологических стоянок показало, что природная среда существенно менялась во время заселения территории

Южного Приморья в среднем-позднем голоцене. Негативными природными факторами были сильные наводнения и засухи, повторяемость которых была крайне неравномерной. Выделяются периоды длительных засух, связанные, в первую очередь, с ослаблением интенсивности летнего муссона. Сухие периоды, как правило, были приурочены к глобальным похолоданиям. Полученные материалы подтверждают данные о нестабильности климатических условий в эпоху палеометалла, которая выражалась в усилении экстремальных засух, сочетавшихся с редкими сильными паводками. Увеличение количества атмосферных осадков и обводнение долин началось в средние века, более частыми стали паводки, что следует учитывать при анализе природопользования в речных долинах. Паводковая активность существенно усилилась в малый ледниковый период, территория края стала мало заселена.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 22-27-00222.

Литература

- [1] *Артемьева Н.Г.* О датировке Южно-Уссурийского городища // Вестник ДВО РАН. 2008. № 2. С. 95-106.
- [2] *Вострецов Ю.Е.* Экологические факторы формирования культурной динамики в прибрежной зоне Восточной Азии в эпоху палеометалла // Вестник ДВО РАН. 2013. № 1. С. 109-116.
- [3] *Малков С.С.* Структура многокомпонентного поселения Черепаха-13 в Приморье: к проблеме заселения человеком побережья залива Петра Великого в древности и средневековье // Общество: философия, история, культура. 2017. № 1. С. 78-80.
- [4] *Окладников А.П.* Древнее поселение на полуострове Песчаном у Владивостока // Материалы к древней истории Дальнего Востока. М., Л.: АН СССР, 1963. 355 с.
- [5] *Пискарева Я.Е., Проконец С.Д., Асташенкова Е.В., Белова И.Е., Сергушева Е.А., Бакшеева С.Е., Белов Д.М., Шаповалов Е.Ю., Якупов М.А.* Исследования городища Стеглянуха-2 // Труды института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. 2021. Т. 31. С. 186-207.
- [6] *Попов А.Н., Лазин Б.В.* Археологические исследования на острове Русский в 2010-2011 годах // Древности по обе стороны Великого океана. Владивосток: ДВФУ, 2011. С. 118-126.
- [7] *Проконец С.Д., Слепцов И.Ю., Белов Д.М.* Старореченское городище в Приморье: стратиграфия, топография (результаты раскопок 2017-2019 гг.) // Кочевые империи Евразии в свете археологических и междисциплинарных исследований. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2019. С. 59-60.
- [8] *Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Корнюшенко Т.В., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Гридасова И.В., Клюев Н.А., Проконец С.Д.* Соотношение природных и антропогенных факторов в становлении ландшафтов бассейна реки Раздольная, Приморье // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84, № 2. С. 246-258.

[9] Якунов М.А. Отчет об археологической разведке на территории Артемовского городского округа Приморского края в 2011 году // Архив ИА РАН. Р-1, № 30909. 258 л.)

[10] Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // *Holocene*. 2015. V. 25. P. 454-468.

[11] Wanner H., Solomina O., Grosjean M., Ritz S.P., Jetel M. Structure and origin of Holocene cold events // *Quaternary Science Reviews*. 2011. V. 30. P. 3109-3123.

S u m m a r y. Multi-proxy studies made it possible to establish periods of severe floods and prolonged droughts during the settlement of Southern Primorye in the Middle-Late Holocene. Buried soils are natural archives of periods of frequent droughts. Signs of floods are the presence of layers of loams and sandy loams in the sections. Bioindicators were used to highlight events.

ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УРОВНЯ БЕЛОГО МОРЯ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ - ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ОЗЕРА СРЕДНЯЯ ТРЕТЬ (ВОСТОЧНЫЙ БЕРЕГ ПРОЛИВА ГОРЛО)

Т.Ю. Репкина^{1,2,3}, А.Л.Гуринов^{3,4}, Ю.А. Кублицкий², П.А. Леонтьев²,
Е.А. Вахрамеева⁵, Г.Н. Лосюк⁵, Луговой Н.Н.^{1,3}

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 Институт географии РАН, г. Москва

⁴ РУДН, аграрно-технологический институт, г. Москва, *gurinov.artem@gmail.com*

⁵ ФГБУН ФИЦКИА Уро РАН, г. Архангельск, *vakhr-elena@yandex.ru*

THE RELATIVE SEA LEVEL CHANGES OF THE WHITE SEA IN THE LATE GLACIAL - HOLOCENE ACCORDING TO THE DATA OF THE STUDIES OF THE LAKE SREDNYAYA TRET (EASTERN COAST OF GORLO STRAIT)

T.Y. REPKINA^{1,2,3}, A.L.GURINOV^{3,4}, YU.A. KUBLITSKY², P.A. LEONTIEV²,
E.A. VAKHRAMEEVA⁵, G.N. LOSYUK⁵, LUGOVOY N.N.^{1,3}

¹ Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University, Moscow

² Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

³ Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow

⁴ RUDN, Agrarian and Technological Institute, Moscow

⁵ N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk

Аннотация. В котловине озера Средняя Треть (66.014009° с.ш., 41.086294° в.д.; урез - 7.3 м н.у.м.) выполнены геоморфологические, георадиолокационные и палеолимнологические исследования. Донные отложения из колонок трех скважин изучены методами литологостратиграфического описания, гранулометрического анализа, определено валовое содержание органического вещества, Сорг и Норг. Из нижних горизонтов послеледниковых отложений получены радиоуглеродные даты. Зафиксированы следы позднеледниковой трансгрессии (ранее ~12.1 тыс.кал.л.н.) и последующей регрессии (началась между ~12.1 и ~10.3 тыс. кал.л.н.). Повышение ОУМ до отметок 6-7 м н.у.м. в среднем-позднем голоцене пока не может быть подтверждено или опровергнуто результатами аналитических исследований донных осадков озера.

Ключевые слова: относительный уровень моря, палеолимнологические исследования, гранулометрический анализ, органическое вещество, Сорг/Норг, позднеледниковье, голоцен, Горло Белого моря.

Введение

Пролив Горло – ключевой район для понимания динамики уровня Белого моря после деградации оледенения. 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 [4, 8, 10]. Распространение голоценовых морских отложений прослежено по данным диатомового анализа до 4 м н.у.м. [8], а береговых валов и кос – до 5-7 м [4]. Существенные различия высоты разных индикаторов ОУМ требуют объяснения. Максимальная высота подъема ОУМ во время позднеледниковой трансгрессии, ее сроки и параметры водных масс остаются предметом дискуссий. Исследования котловины озера Средняя Треть были направлены на уточнение верхней границы распространения голоценовых морских осадков, т.е. максимальной высоты трансгрессии среднего-позднего голоцена, а также выявление следов позднеледниковой трансгрессии.

Регион исследований, объекты и методы

Озеро Средняя Треть (66.014009° с.ш., 41.086294° в.д.) с высотой уреза 7.3 м н.у.м., диаметром ~1 км и глубиной до 1.9 м, расположено на восточном берегу Горла Белого моря, между м. Инцы и устьем р. Ручьи (рис. 1). Котловина озера ограничена сглаженными моренными постройками и озами (10-32 м н.у.м.). На юго-востоке она дренируется протокой, которая впадает в эстуарий р. Ручьи в 10 км выше современного устья. Во время трансгрессий по этой протоке в котловину озера могли поступать морские воды. При этом штормы и нагоны, изменяющие положение индикаторов ОУМ на открытых берегах Горла, скорее всего не могли воздействовать на рельеф и осадки замкнутого и удаленного от моря залива. Поэтому оз. Средняя Треть представляется удобным объектом для изучения динамики ОУМ.

Полевые исследования включали DGPS и БПЛА съемки, геоморфологическое и георадиолокационное профилирование, бурение донных отложений озера. Бурение выполнено со льда с помощью русского торфяного бура в 4 точках (рис. 1, рис. 2А). Оно сопровождалось литостратиграфическим описанием и отбором кернов на диатомовый и гранулометрический анализы, определение содержания органического вещества (ОВ), массовой доли органического углерода (Сорг) и азота (Норг) и радиоуглеродное датирование. Георадиолокационные исследования проведены при помощи георадара Zond-12e и антенны с частотой 300 МГц (средняя глубинность – до 10м, разрешающая способность – первые десятки сантиметров).

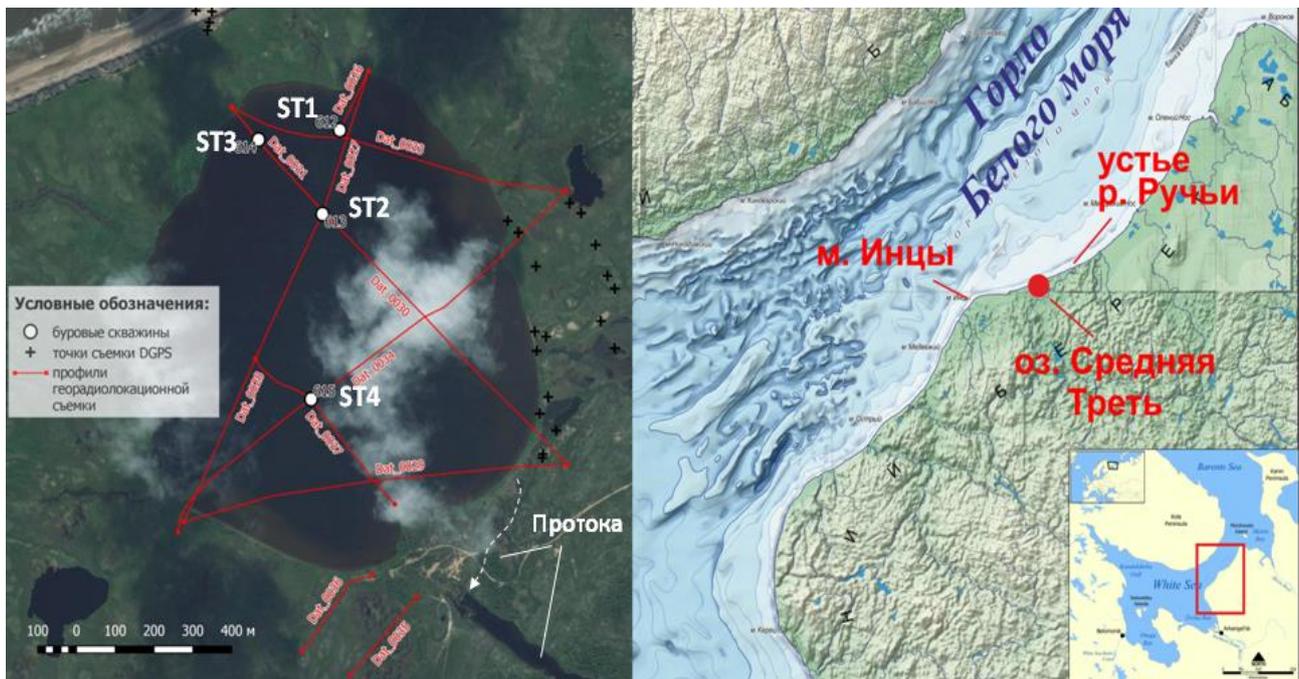


Рис. 1. Положение участка исследований и фактический материал. Географическая основа: спутниковое изображения Bing (слева) и батиметрическая карта Белого моря [3] (справа).

Обработка радарограмм выполнена в ПО Prism 2.5 и RadExplorer 1.42. Их интерпретация проведена на основе анализа волновой картины по методике [5] с учетом данных бурения и определения мощности льда и снежного покрова, что позволило соотнести волновую картину радарограмм с реальным разрезом. Созданы т.н. глубинно-скоростные модели (рис. 2Б-Г), в которых учтены различия скоростей прохождения электромагнитных волн (диэлектрическая проницаемость) для различных сред. Значения скорости вычислены по годографам отраженных волн и/или получены из литературных источников.

Для образцов из основания разреза скважин ST2 (540-640 см¹), ST3 (252-352 см) и ST4 (135-155 см) выполнены гранулометрический анализ, определено содержания ОВ, а также массовой доли Сорг и Норг. Керны из скважин ST2 и ST3 разобраны с шагом 2 см, а из скважины ST4 - 5 см. Гранулометрический анализ выполнен пипеточным методом по методике [2]. Расчет содержания фракций проведен на абсолютно сухую навеску образца по классификации Н.А. Качинского [1]. Относительная погрешность измерения для всех фракций составляет от 19 до 29%. Содержание ОВ оценено по показателю ППП (потери при прокаливании). Массовая доля Сорг и Норг определялась с использованием анализатора элементного состава (однореакторный вариант, конфигурационный набор CHN) EuroEA3000 (Eurovector, S.p.A., Италия) и ПО Callidus. Радиоуглеродное датирование и калибровка двух образцов из керна ST2 (рис. 2А) проведены в Лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии ИГ РАН и Центре прикладных изотопных

¹ Здесь и далее глубины приведены от поверхности воды

исследований Университета Джорджии (США) по принятым в этих лабораториях методикам.

Результаты и их обсуждение

На радарограммах уверенно идентифицируются поверхность дна и неровное «коренное» ложе котловины. По морфологии и косвенным признакам волновой картины оно имеет ледниковое и/или водно-ледниковое происхождение. В понижениях ложа залегают слоистые осадки мощностью более 4 м (рис. 2). На бортах котловины и в пределах гряд ледниковые отложения поднимаются к поверхности дна, а мощность озёрных осадков резко сокращается (рис. 2Г).

Разрез донных отложений озера полностью вскрыт скважиной ST2 (глубина воды 183 см, забой - 640 см). Под озерными илами (183-232 см) и гиттией (232-516 см) залегают торфянистые отложения (516-610 см), минеральная часть которых представлена алевро-пелитами. В торфянистых осадках выделяются три интервала, которые отличаются, в основном, характеристиками ОВ. В интервале 540-574 см содержание ОВ возрастает с 20 до 67.2%, а значение Сорг/Норг уменьшается от 25 до 15.6; согласно [6, 7] ОВ имеет смешанное – аллахтонное и автохтонное происхождение. Подошву интервала подчеркивает резкое увеличение доли пелитов (до 90%). В среднем интервале 574-606 см содержание ОВ остается высоким (40-60%), а значение Сорг/Норг (12.8-11.8) говорит о преобладании автохтонного ОВ [6, 7]. Возраст подошвы слоя - ~10.3-10.2 тыс. кал.л.н. Нижний интервал (606-610 см) характеризуется быстрым снижением содержания ОВ (от 40 до 13.8%) при тех же значениях Сорг/Норг (11.8). Ниже залегают сизо-серая (610-628 см) и красновато-коричневая (628-640 см) глина, состоящая из слоев алевро-пелитов и пелитов. В интервале 610-616 см с возрастом ~12.1-12.0 тыс.кал.л.н., содержание ОВ уменьшается с 13.8 до 10%, а ниже скачкообразно падает до 2-7%. При этом величина Сорг/Норг понижается до 10.3-10.6, приближаясь к значениям, характерным для морских условий накопления осадков (<10 согласно [9]).

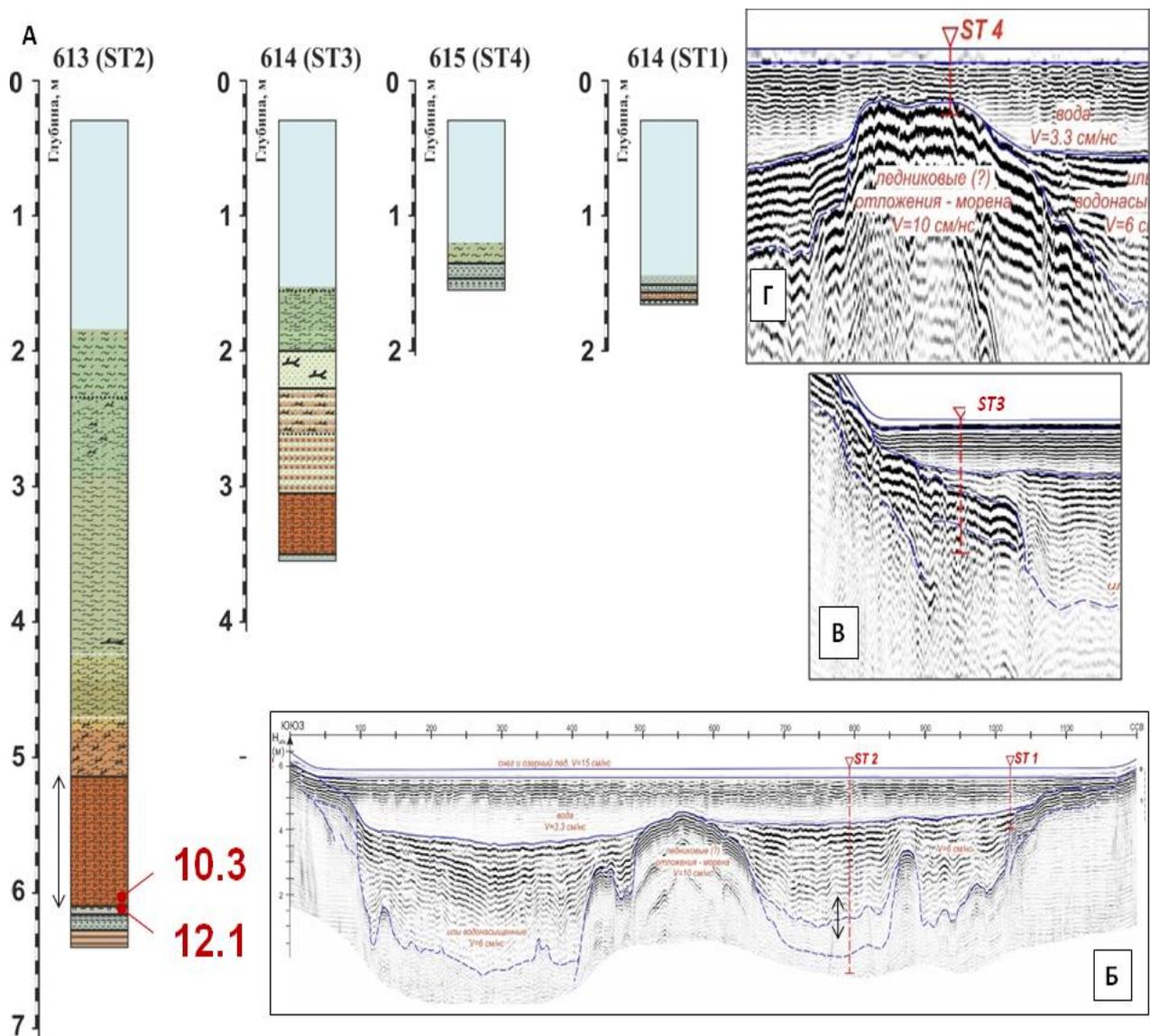


Рис. 2. Строение донных отложений озера Средняя Треть. А – разрезы скважин (красные цифры – средний возраст, тыс. кал. л.н.), Б-Г – фрагменты обработанных радарограмм.

На бортах котловины (ST1, глубина воды 145 см; ST3, глубина воды 152 см) и на моренной гряде (ST4, глубина воды 120 см) донные отложения имеют меньшую мощность и иной состав (рис. 2А), что фиксируется также в изменении волновой картины (рис. 2В-Г). В скважине ST3 под озерными илами и гиттией (152-252 см) вскрыты 3 горизонта. 1) Плотные песчаные-алевриты и алевро-пески (252-300 см) с растительными остатками. Валовое содержание OB колеблется от ~ 2 до 24%, а величина $Сорг/Норг$ - от 52.9 до 19.2, резко снижаясь в подошве слоя до 5. 2) Оторфованная гиттия (300-351 см; содержание OB - 50-97%, $Сорг/Норг$ - 24.5-38.7). 3) Сизо-серые песчаные алевриты (351-352 см; содержание OB - 1.8%, $Сорг/Норг$ - 4). В скважине ST4 под слоем ила (120-135 см) залегают пелито-песчаные (135-146 см) и песчаные (146-155 см) алевриты с низким (2.3 и 1.6-1.8) содержанием OB . В первых соотношение $Сорг/Норг$ составляет 10.8-11.9; во вторых $Норг$ не обнаружен. В скважине ST1 вскрыты пески (143-164 см).

Для изученных разрезов характерны «скачкообразные» изменения гранулометрического состава и ОВ, высокая корреляция содержания ОВ и Сорг, а также низкие содержания ОВ и значения Сорг/Норг в минеральных горизонтах нижней части разрезов (ST2, ST3, ST4) и на контакте оторфованной гиттии и типичных озёрных осадков (ST2).

Строение и первые радиоуглеродные датировки донных отложений могут свидетельствовать о том, что во время позднеледниковой трансгрессии в котловине озера существовал бедный наносами и первичной продукцией водоем, который быстро обмелел во время регрессии раннего голоцена. Затем осадки накапливались в озёрных условиях. Резкое понижение Сорг/Норг в кровле торфянистых осадков, сопоставляемых с регрессией раннего голоцена, может быть связано как с быстрым разложением ОВ, так и с кратковременным проникновением морских вод в котловину озера. Ответ на этот вопрос могут дать результаты диатомового анализа и новые радиоизотопные даты. Песчаные алевриты и алевро-пески с растительными остатками на бортах котловины формировались, вероятно, при значительном влиянии эоловых процессов.

Выводы

В разрезе донных отложений озера Средняя Треть выявлены следы позднеледниковой трансгрессии, завершившейся позже ~12.1 тыс. кал.л.н. и регрессии раннего голоцена (началась между ~12.1 и ~10.3 тыс. кал.л.н.). Предполагавшееся по морфологическим данным повышение ОУМ до отметок 6-7 м н.у.м. в среднем-позднем голоцене пока не может быть подтверждено или опровергнуто результатами аналитических исследований донных отложений озера.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках тем ГЗ № 121040100323-5 (полевые геоморфологические исследования, съемка БПЛА, DGPS), ГЗ ИГ РАН № 0148-2019-0005 (геоморфологическое дешифрирование), ГЗ при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSZN-2020-0016) (палеолимнологические исследования) при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН (георадиолокационные исследования) и проекта РНФ № 22-27-00499 (анализ результатов аналитических исследований кернов).

Литература

- [1] Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород. Л.: Недра, 1986. 240 с.
- [2] МИ № 88-16365-010-2017 «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами» Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.
- [3] 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.

- [4] 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.
- [5] *Старовойтов А.В.* Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие. М.: Издательство МГУ, 2008. 192 с.
- [6] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции: Научная монография. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339 с.
- [7] *Хатчинсон, Д.* Лимнология. Географические, физические и химический характеристики озер / Д. Хатчинсон. – М.: Изд-во «Прогресс», 1969. – 591 с.
- [8] *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.
- [9] *Lamb, A.L., Wilson, G.P., Leng, M.J., 2006.* A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using $\delta^{13}\text{C}$ and C/N ratios in organic material. *Earth–Sci. Review* 75, 29-57. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2005.10.003>
- [10] *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. In the basin of the Lake Srednaya Tret' (66.014009° N, 41.086294° E; shoreline height - 7.3 m a.s.l.) geomorphological, GPR and paleolimnological studies were carried out. Bottom sediments from the three cores were studied by the methods of lithostratigraphic description, grain-size analysis; the LOI, Corg and Nogr were determined. Radiocarbon dates have been obtained from the lower horizons of postglacial deposits. Traces of late glacial transgression (before ~12.1 ka cal BP) and subsequent regression (started between ~12.1 and ~10.3 ka cal BP) were recorded. Increasing RSL to 6-7 m a.s.l. in the Middle-Late Holocene cannot yet be confirmed or refuted by the results of analytical studies of the bottom sediments of the lake.

РИТМИЧНОСТЬ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ БАСЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Ю.В. Рыжов^{1,2}, В.А. Голубцов³, М.В. Смирнов^{1,2},

¹Институт земной коры СО РАН, Иркутск, ryv@crust.irk.ru

²Иркутский государственный университет, Иркутск, smv.38@mail.ru

³Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, tea_88@inbox.ru

RHYTHM OF SEDIMENTATION AND SOIL FORMATION IN THE RIVER VALLEYS OF THE SELENGA DRAINAGE BASIN DURING LATE GLACIAL AND HOLOCENE

Yu.V. Ryzhov^{1,2}, V.A., Golubtsov³, M.V. Smirnov^{1,2}

¹Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk,

²Irkutsk State University, Irkutsk

³V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Аннотация. Изучение строения отложений пойм и террас, их возраста, этапов формирования позволяет глубже понять направленность и ритмичность развития эрозионно-аккумулятивных процессов. Детально изучены разрезы пойм и низких террас рек, проведено радиоуглеродное датирование, выделены хронологические этапы почвообразования и осадконакопления. Выявлены большие различия в продолжительности периодов педогенеза (0.1-5.5 тыс. лет) и осадконакопления (0.2-4 тыс. лет) в речных долинах, связанные с природно-климатическими изменениями в позднеледниковье и голоцене. Наиболее мощные почвы формировались на речных террасах в среднем и позднем голоцене.

Ключевые слова: пойма, терраса, осадконакопление, почвообразование, позднеледниковье, голоцен бассейн р. Селенги.

Введение

Стадийность и ритмичность осадконакопления и почвообразования в речных долинах в позднеледниковье и голоцене Западного Забайкалья обусловлена природно-климатическими изменениями [3, 6]. Поймы и террасы широко распространены в долинах рек бассейна р. Селенги. Выделяется низкая 1-2 и высокая 2-4 (5) м пойма. Высоты первой надпойменной террасы в долинах рек Забайкалья варьируют от 4 до 9 м [4]. Д.Д. Базаров и др. [2] в Западном Забайкалье выделили первую надпойменную террасу высотой 5-7, вторую высотой 7-9 м. Нередко они объединяется с первой в единую стратиграфическую единицу. М.В. Константинов [5] считает высокую пойму и первую надпойменную террас одним уровнем осадконакопления высотой 5.5-6 м.

На поймах рек отложения осадки представлены русловой, пойменной, старичной фациями аллювия. На террасах речные наносы перекрыты отложениями покровного генетического комплекса (делювиальными, пролювиальными, эоловыми, коллювиальными), почвами. В периоды снижения расходов воды на поймах формируются почвы.

Целью работы является обобщение собственных и опубликованных ранее данных об этапах и фазах осадконакопления и педогенеза, установление этапов формирования отложений и почв пойм и низких террас.

Район и методы исследования

Район исследования – бассейн р. Селенги. Объект исследования отложения пойм и низких (1-2) надпойменных террас рек. Проведено детальное стратиграфическое описание разрезов, отобраны пробы на гранулометрический состав и абсолютный возраст, проведено радиоуглеродное датирование. Датированы гумусовые горизонты почв мощностью до 10 см. Для части почв получены радиоуглеродные датировки их кровли и подошвы. Расчет возраста гумусовых горизонтов производился путем определения средней скорости аккумуляции между датировками (лет/1 см почвы) и умножения его на мощность слоя почвы.

Результаты исследований

Для более детальной характеристики осадконакопления и почвообразования в бассейне р. Селенги на рис. 1 представлена информация об этапах и фазах педогенеза и аккумуляции отложений на основе 16 детально изученных нами разрезов отложений. Были изучены 6 разрезов пойм, 8 разрезов первой надпойменной террасы, 2 разреза второй надпойменной террасы.

Низкие поймы (высота 0.5-2 м). Выявлено, что отложения низких и пойм формируются в различных геодинамических условиях, имеют горизонтальное, волнистое, наклонное залегание и представлены осадками русловой, пойменной и старичной фаций аллювия различной мощности и гранулометрического состава (Рыжов, Коломиец, Смирнов, 2021). При снижении высоты половодий и паводков на реках на низкой пойме накапливаются органогенные отложения (гумусированные супеси и суглинки, торфяники). Результаты наших исследований свидетельствуют, что низкая пойма (высота до 2 м) начала формироваться в позднем голоцене. Русловой аллювий низких пойм имеет возраст старше 2.1 тыс. кал. лет, пойменный – моложе этой даты. Выявляются 1–3 гумусовых горизонта почв возрастом <2.1 тыс. кал. л.н. Продолжительность их формирования 0,5-0,1 тыс. лет.

Высокая пойма имеют высоту 2-4(5) м сложена средне–позднеголоценовым аллювием и прислонена к первой надпойменной террасе. От низкой поймы она отделена уступом высотой 0,5-2 м. Время завершения формирования уступа 3.8-3.5 тыс. кал. л.н. Русловой аллювий высоких пойм имеет раннеголоценовый возраст. Почвы высокой поймы по результатам датирования начали формироваться со второй половины голоцена. Выделяется 1–4 гумусовых горизонта мощностью 0.1-0.5 м возрастом <4.56 тыс. лет.

В бассейне р. Селенги первая надпойменная терраса имеет высоту 4-7м. Речные осадки перекрыты покровными отложениями мощностью до 2 м. Терраса имеют высоту залеганию кровли аллювия над меженным уровнем рек 3.5-5 м. Русловой аллювий, вскрываемый в основании разрезов террасы, имеет возраст более 15 тыс. кал. л.н. [5].

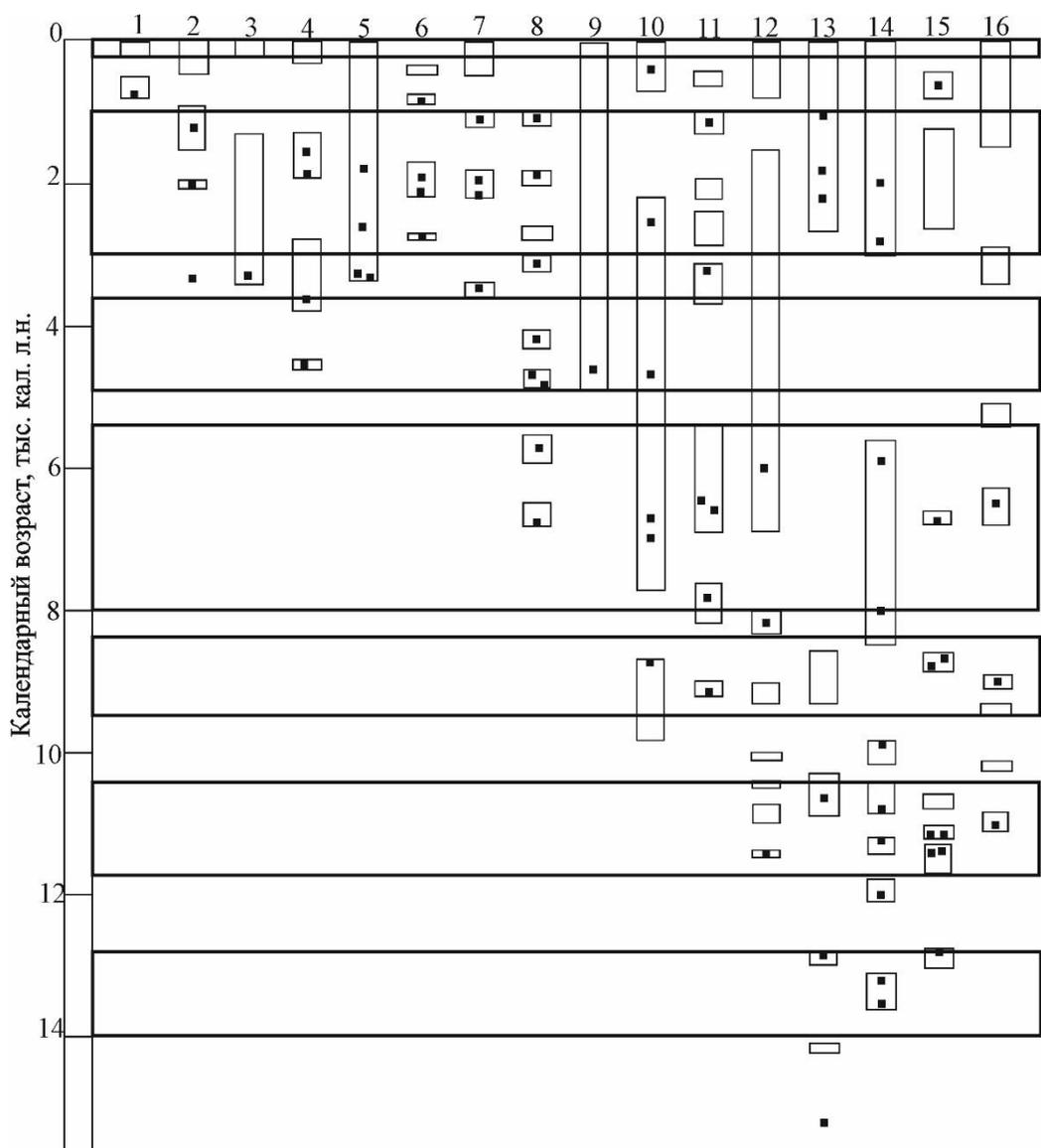


Рис. 1. Этапы педогенеза и седиментации в речных долинах в бассейне с Селенги в позднеледниковье и в голоцене.

1 – низкая пойма (1-1.5 м) р. Тарбагатайки. 2 – низкая пойма (1-1.5 м) р. Орхон. 3 – высокая пойма (1.5-1.7 м) р. Итанцы. 4 – высокая пойма (2-2.5 м) р. Бороо Гол. 5 – высокая пойма (2-2.5 м) р. Ильки (разрез Илька 1). 6 – высокая пойма (2-2.5 м) р. Ильки (разрез Илька 2). 7 – первая надпойменная терраса (6.4 м) р. Тарбагатайки (разрез Тарбагатайка 3). 8 – первая надпойменная терраса (6 м) р. Тарбагатайки (разрез Тарбагатайка 1). 9 – первая надпойменная терраса (5-6 м) р. Итанцы. 10 – первая надпойменная терраса (4-5 м) р. Брянки. 11 – первая надпойменная терраса (5-6 м) р. Аршан. 12 – первая надпойменная терраса (4-6 м) р. Бороо Гол. 13 – первая надпойменная терраса (5-6 м) р. Чикой (древнее поселение Студеное 1). 14 – первая надпойменная терраса (5-6 м) р. Мензы (древнее поселение Усть-Менза 1). 15 – вторая надпойменная терраса (7-9 м) р. Тарбагатайки. 16 – вторая надпойменная терраса (6-7 м) р. Брянки. Белые вертикальные прямоугольники – этапы и фазы почвообразования. Черные квадраты – календарный возраст гумусовых горизонтов почв (тыс. кал. л.н.). Большими прямоугольниками показаны этапы почвообразования в Селенгинском среднегорье (тыс. кал. л.н.) [3].

Первая надпойменная терраса широко распространена в речных долинах бассейна р. Селенги. Высота ее варьирует от 4 до 6 м. Кровля аллювия

большинства разрезов первой террасы имеет раннеголоценовый возраст. Отложения пойменной фации аллювия датируются позднеледниковьем – ранним голоценом. Аллювиальные почвы датированы в диапазоне 13.5-8.5 тыс. кал. л.н. Возраст аллювия руслового фации первой террасы старше 15 тыс. кал. лет [5]. Полученные данные о возрасте отложений покровного и аллювиального генетических комплексов первой и второй террас рек свидетельствуют о различной истории их осадконакопления. В разрезах первой надпойменной террасы выделяется от 1 до 8 гумусовых горизонтов почв. Продолжительность фаз педогенеза варьирует от 0.1-0.2 до 4-5 тыс. кал. л.н. Пойменные почвы на первой надпойменной террасе имеют возраст 13.6-8.6 тыс. кал. л.н. Почвы раннеголоценового возраста имеют небольшую мощность и продолжительность формирования (0.1-0.3 тыс. кал. лет). Для среднего и позднего голоцена характерна значительно большая продолжительность этапов педогенеза. Например, на террасе р. Брянки выделяется мощная почва (0.5 м) возрастом 7.7-2.2 тыс. кал. л.н. Продолжительные этапы почвообразования (более 1.5 тыс. лет) в среднем и позднем голоцене характерны для всех разрезов первой надпойменной террасы.

Для второй террасы высотой 7-9 м покровные отложения имеют мощность до 3.3 м. Нами детально изучены разрезы вторых террас рек Тарбагатайки, Брянки. Кровля аллювия залегает на высотах 4-6 м над меженным уровнем рек. Пойменный аллювий по результатам исследования имеет позднесартанский и раннеголоценовый (15-8 тыс. кал. л.н.), что подтверждает ранее полученные данные [1-2, 8]. Аллювий руслового фации формировался 30-15 тыс. кал. л.н. [5]. На второй надпойменной надпойменной террасе рек продолжительность периодов почвообразования и осадконакопления оценивается, соответственно, 0.2-1.5 и 0.4-4 тыс. л.

Заключение

1. На основе детального изучения и датирования отложений и почв определено время формирования аллювия пойм, аллювия и покровных отложений и низких (1-2) надпойменных террас.

2. Время формирования почв на поймах и террасах варьирует от 0.1 до 5.5, продолжительность этапов осадконакопления от 0.2 до 4 тыс. лет.

3. Наиболее мощные почвы формировались на террасах в среднем и позднем голоцене и связаны с завершением аллювиального осадконакопления в позднеледниковье и раннем голоцене, снижением темпов экзогенных процессов.

4. В позднеледниковье и раннем голоцене фазы почвообразования по времени не превышали 1 тыс. лет, что связано с неустойчивым состоянием речных долин, частой сменой фаз активизации экзогенных процессов и педогенеза вследствие многократных изменений и смены структуры и динамики рельефообразующих процессов.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта Правительства РФ, проект № 075-15-2021-631 от 08.06.21 «Байкальская Сибирь в каменном веке: на перекрестке миров».

Литература

- [1] *Базаров Д. -Д.Б.* Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья Улан–Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1968. 156 с.
- [2] Геология и культура древних поселений Западного Забайкалья / *Базаров Д. -Д.Б., Константинов М.В., Иметхенов А.Б., Базарова Л.Д., Савинова В.В.* Новосибирск: Наука, 1982. 164 с.
- [3] *Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В.* Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2017. 139 с.
- [4] *Коломиец В.Л.* Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны. Автореф. дис. ... канд. геол.–минерал. наук. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2010. 18 с.
- [5] *Константинов, М.В.* Каменный век восточного региона Байкальской Азии. Улан–Удэ – Чита, 1994. 180 с.
- [6] *Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Опекунова М.Ю.* Формирование террас реки Тарбагатайки (Западное Забайкалье) в позднеледниковье и голоцене // География и природные ресурсы. 2021. № 2. С. 132–140.
- [7] *Рыжов Ю.В., Коломиец В.Л., Смирнов М.В.* Аллювий низких пойм речных долин бассейна р. Селенги: строение, возраст этапы формирования // Подземная гидросфера: Материалы XXIII Всероссийского совещания по подземным водам востока России с международным участием. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2021. С. 217-220.
- [8] *Цейтлин С.М.* Геология палеолита Северной Азии. М., Наука, 1979. 288 с.

S u m m a r y. The study of the structure of floodplains and terraces deposits, their age, formation stages allows a deeper understanding of the direction and rhythm of the development of erosion–accumulation processes. Sections of floodplains and low river terraces have been studied in detail, radiocarbon dating has been carried out, and the chronological stages of soil formation and sedimentation have been identified. Large differences were revealed in the duration of the pedogenesis periods (0.1–5.5 kyr) and sedimentation (0.2–4 kyr) in river valleys, associated with natural and climatic changes in the Late Glacial and Holocene. The thickest soils formed on river terraces in the Middle and Late Holocene.

РИТМИКА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ДОЛИНЕ РЕКИ ТАРБАГАТАЙКИ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

М.В. Смирнов^{1,2}, Ю.В. Рыжов^{1,2}

¹*Иркутский государственный университет, Иркутск, smv.38@mail.ru*

²*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, ryzhov Yuriy@yandex.ru*

RHYTHMICS OF SEDIMENTATION AND SOIL FORMATION IN THE VALLEY OF THE TARBAGATAIYKI RIVER (REPUBLIC OF BURYATIA)

M.V. Smirnov^{1,2}, Yu.V. Ryzhov^{1,2}

¹*Irkutsk State University, Irkutsk*

²*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk*

Аннотация. Представлены новые данные о ритмике периодов осадконакопления и почвообразования. Для выявления взаимосвязи между свойствами почв и отложений был проведен корреляционный анализ. Выделены хронологические этапы осадконакопления и почвообразования. Выполнены описания разрезов, получены данные о гранулометрическом и химическом составе речных осадков, абсолютном возрасте.

Ключевые слова: ладшафтнo-климатические изменения, позднеледниковье, голоцен, Забайкалье, осадконакопление.

Введение

Интерес к изучению ритмики почв и отложений связан с тем, что в своих свойствах они несут информацию о природно-климатической обстановке, в которой они формировались. Отличительными особенностями речных осадков является хорошая сортированность, окатанность, горизонтальная и косая слоистость. Изучению речных осадков посвящено большое количество исследований [2-4]. В настоящее время это обеспечило достижение существенного прогресса в осмыслении многих причин современных глобальных и региональных природно-климатических изменений [1].

Объекты и методы

Объектом исследования являются отложения поймы и первой надпойменной террасы р. Тарбагатайки. Разрезы были заложены в долине реки между сёлами Тарбагатай и Бурнашево (в 50-60 км южнее города Улан-Удэ).

В ходе работы были использованы следующие методы: профильный, морфологический, сравнительно-географический, рН почвенной суспензии и оценка кислотности почвы, содержание углерода органических соединений по методу И.В. Тюрина, содержание карбонатов методом Голубева, пирофосфатный (ускоренный) метод определения гранулометрического состава почв (по Н.А. Качинскому), корреляционно-регрессионный анализ, радиоуглеродное датирование.

Результаты

Детально изучены строение и гранулометрический состав отложений низкой (1-1,5 м) поймы на правом берегу р. Тарбагатайки. На пойме вся толща отложений состоит из четырех пачек, которые отличаются друг от друга по ряду свойств (рис. 1).

Первая пачка (I) (68-103 см) сложена аллювиальными песками мелко и тонкозернистыми с включением средне- и крупнозернистых песков (68-93 см) и супесями (93-105 см), характеризуется низкой гумусированностью, повышенным содержанием фракций мелкозернистого (65%) и среднезернистого песка (18%). Такие особенности строения и свойств отложений свидетельствуют о стабильной гидродинамической активности реки и неблагоприятных условиях для почвообразования.

Вторая пачка (II) (46-68 см) состоит из чередования супесей, песков мелко- и тонкозернистых с включение среднезернистых и тонких гумусированных (1-3 см) прослоев супеси с углями. Из этого слоя получены три радиоуглеродные датировки. Самая молодая радиоуглеродная датировка относится к нижнему гумусированному прослою. Вверх по разрезу происходит удревнение (инверсия) радиоуглеродных датировок. Мы считаем этот слой отложений результатом аккумуляции продуктов смыва и размыва почв с водосбора. Гумусированный прослой залегает непосредственно на кровле песчаного аллювия нижней слоя осадков и отражает по нашему мнению реальное время ее формирования. Гумусированность этих горизонтов невысокая (до 1,4%). Вмещающие отложения менее гумусированы (0,8%). Резкое увеличение рН в этой пачке (до 9) при отсутствии в ней карбонатов можно объяснить вероятным наличием легкорастворимых солей, которые аккумуляровались в более низких элементах рельефа долины р. Тарбагатайки.

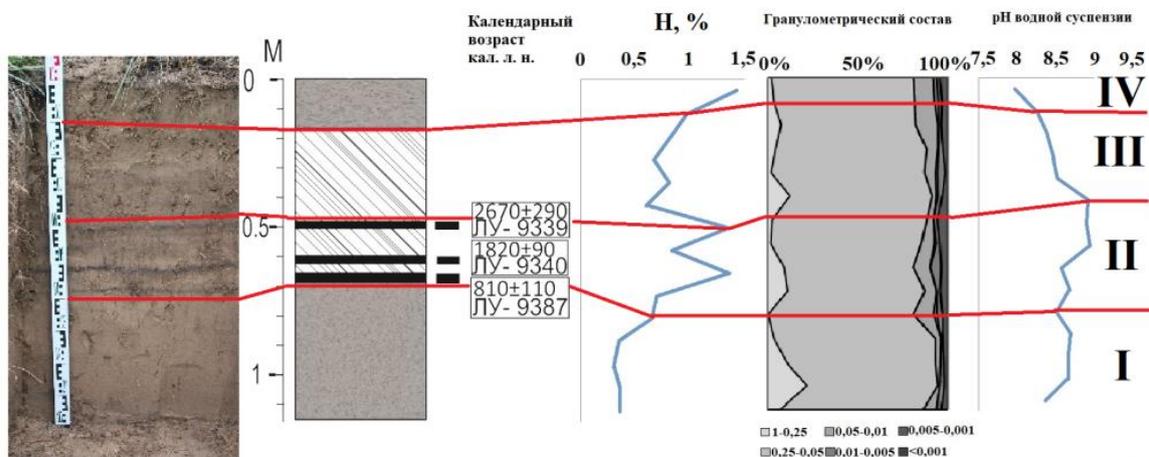


Рис. 1. Строение, физико-химические свойства и абсолютный возраст почв и отложений поймы.

Третья пачка (III) (16-46 см) представлена супесями и песками мелко- и тонкозернистыми с включением средне- и крупнозернистых песков. Она характеризуется уменьшением доли фракций среднего и крупного песка (в сравнении со второй пачкой), низкой гумусированностью.

Четвертая пачка (IV) (0-16 см) сложена супесями пылеватыми гумусированными с углями и представлена горизонтами современной аллювиальной почвы. Для нее характерен самый низкий рН (8), повышенное содержание гумуса (до 1,5%), увеличение доли фракций крупной пыли (относительно всего разреза).

Проведенный корреляционный анализ пойменных отложений (рис. 2) показал сильное положительное влияние между показателями содержания гумуса и физической глины (0,6201). Это связано с тем, что в горизонтах с большим количеством илистых частиц, принесенных водой, изначально содержится большее количество гумуса. Такие горизонты имеют более благоприятные условия для почвообразования, чем песчаные.

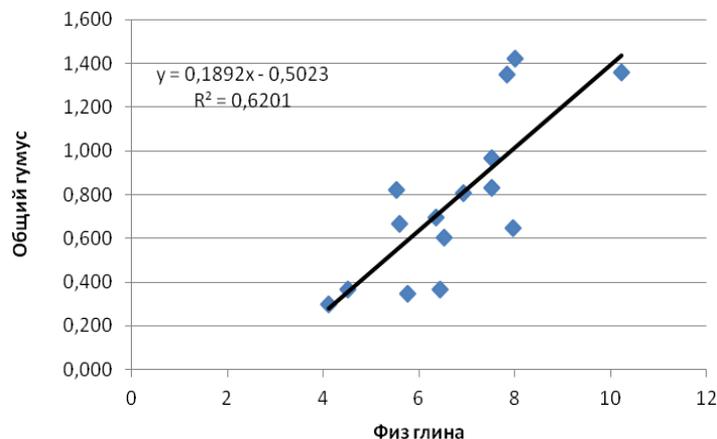


Рис. 2. Линия тренда показателей общего гумуса и физ глины на низкой пойме.

На первой надпойменной террасе высотой 6,4 м во вскрытой толще мощностью 2,77 м выделяется четыре литологических пачки отложений (см. рис.3).

Первая пачка (I) (194-279 см) представлена аллювиальным крупно- (до 22%) и среднезернистым (до 55%) песком с минимальным содержанием пылеватых фракций (до 9%) в гранулометрическом составе отложений. Она характеризуется низкой гумусированностью (от 0,1 до 1,1%). Особенностью этих отложений является отсутствие карбонатов, хотя вся вышележащая толща окаربоната. Генезис этой пачки аллювиальный.

Вторая пачка (II) (114-194 см) сложена гумусированными супесями, легкими и средними суглинками, слоистыми. В нижней части на глубинах 161-194 см выделяются три погребённых почвенных горизонта (процент гумуса до 2,2%). Полученные радиоуглеродные датировки по двум гумусированным горизонтам показали инверсию дат. Формирование двух верхних гумусовых горизонтов связано с аккумуляцией эолово-делювиальных гумусированных супесей и суглинков, о чем свидетельствует резкое увеличение в гранулометрическом составе содержания фракции крупной пыли (до 35%), в следствие врезания реки и перехода поймы в террасу 3,5 тыс. кал. л.н.

Третья пачка (III) (47-114 см) сложена суглинистыми отложениями. Темноокрашенная, слоистая, имеет повышенное количество гумуса (до 4,8%), более щелочной рН (до 8,5). Для трех наиболее ярко выраженных морфологически гумусированных горизонтов получены радиоуглеродные датировки (2210-1900 кал. л.н.). Особенности строения и свойств данной пачки указывают на наиболее благоприятные условия для почвообразования в этот период.

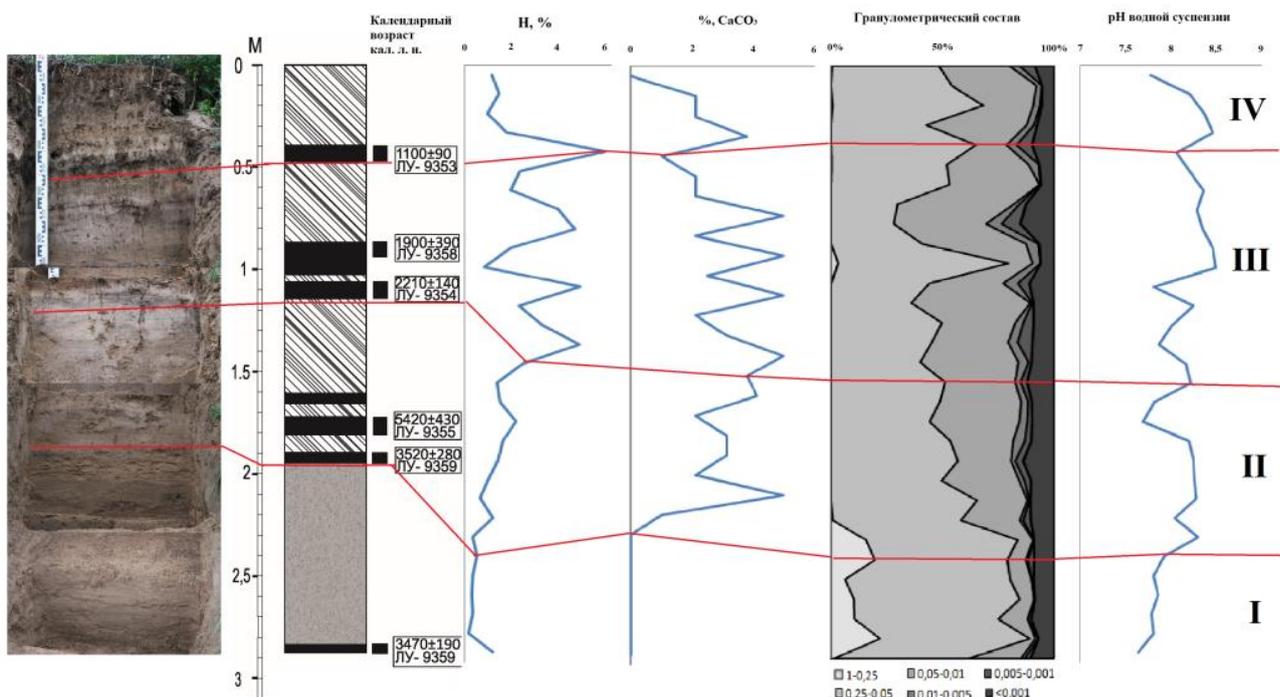


Рис. 3. Строение, физико-химические свойства и абсолютный возраст почв и отложений верхней части первой надпойменной террасы.

Четвертая пачка (IV) (0-47 см) представляет собой верхние горизонты современной каштановой почвы, которая характеризуется низкой гумусированностью (до 0,9%), наименьшими значениями pH (7,75) и содержания карбонатов (от 0 до 4). Такие особенности связаны с современными почвообразовательными процессами (слабыми гумусообразованием, гумусонакоплением, выщелачиванием карбонатов).

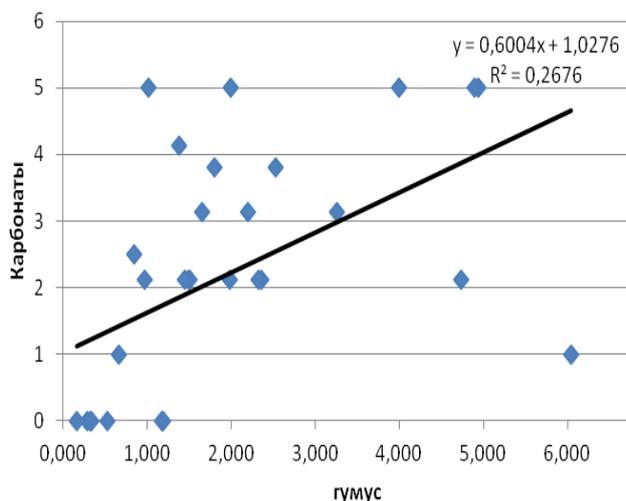


Рис. 4. Линия тренда показателей общего гумуса и карбонатов на первой надпойменной террасе.

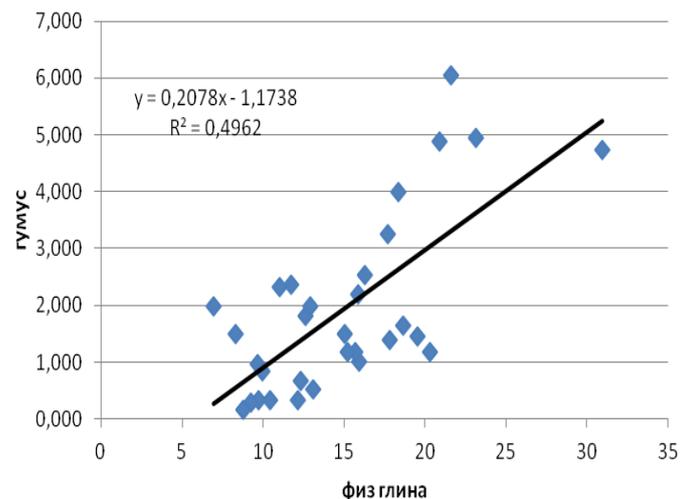


Рис. 5. Линия тренда показателей общего гумуса и физической глины на первой надпойменной террасе.

Для выявления взаимосвязи между свойствами почв и отложений был проведен корреляционный анализ, который показал слабую положительную взаимосвязь между содержанием гумуса и карбонатов (коэффициент корреляции равен 0,2675) (рис. 4).

Сильное положительное влияние наблюдается между содержанием гумуса и физической глины, так как коэффициент корреляции равен 0,4962 (рис. 5).

Горизонты, с более тяжелым гранулометрическим составом более благоприятны для почвообразования, особенно в аридных условиях.

Выводы

В каждой вскрытой толще выявлена ритмика осадконакопления и почвообразования отложений на пойме и террасе, по особенностям свойств и строения можно выделить 4 литологических пачки. Различия между ними, вероятно, обусловлены климатическими особенностями времени формирования каждой пачки и связанными с этим изменениями гидрологического режима реки, активности делювиальных и эоловых процессов.

Литература

- [1] *Голубцов В.А.* Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене / Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В. // — Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. — 139 с.
- [2] *Николаев Н.И.* О строении поймы и аллювиальных отложений // Вопросы теоретической и прикладной геологии. 1947. Сб. 2. С. 20-32.
- [3] *Ламакин В.В.* Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений // Землеведение. 1948. Т. 2 (42). С. 154-187.
- [4] *Лаврушин Ю.А.* Опыт сравнительной характеристики строения аллювия равнинных рек различных климатических зон // Современный и четвертичный континентальный литогенез. М.: Наука, 1966. С. 162-175.

S u m m a r y. New data on the rhythm of periods of sedimentation and soil formation are presented. To identify the relationship between the properties of soils and sediments, a correlation analysis was carried out. Chronological stages of sedimentation and soil formation are highlighted. Descriptions of the sections were made, data on the granulometric and chemical composition of river sediments, and the absolute age were obtained.

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ РЕЛЬЕФА ВОСТОЧНОЙ ЯКУТИИ НА КАРТАХ ГЕРАРДА МЕРКАТОРА

В.Е. Чемезов

г. Якутск, v.chemezov@mail.ru

THE EXPERIENCE OF RECONSTRUCTION OF EASTERN YAKUTIA'S TERRAIN RELIEF ON THE MAPS BY GERARDUS MERCATOR

V.E. Chemezov

Yakutsk

Аннотация. Автор сопоставил изображение восточной части Якутии на современной карте России с изображением северо-востока Азии на картах Герарда Меркатора. По результатам сопоставления автор произвёл реконструкцию рельефа Восточной Якутии на картах Меркатора.

Ключевые слова: Восточная Якутия, Момский хребет, Алазейское плоскогорье, Колымская низменность, карты Герарда Меркатора, северо-восток Азии, *Belgian mons*, *Alchei mons*, *Ciorca*.

Введение

На картах Меркатора ASIA (карта Азии – прим. авт.) [3] и Septentrionalium Terrarum descriptio [4], опубликованных в 1595 году, на северо-востоке Азии, к востоку от реки Oecharde flu (на современной карте соответствует реке Лена – прим. авт.), изображена горная страна.

В представленной на конференцию работе автор сопоставил изображение восточной части Якутии на современной карте России [2] с изображением северо-востока Азии на вышеназванных картах Меркатора.

Для сравнения карт автор рассмотрел следующие географические объекты Восточной Якутии:

1. Верхоянский хребет.
2. Хребет Сетте-Дабан.
3. Хребет Сунтар-Хаята.
4. Хребет Кулар.
5. Селенняхский хребет.
6. Полоусный кряж.
7. Хребет Улахан-Сис.
8. Кондаковское плоскогорье.
9. Яно-Индибирская низменность.
10. Хребет Черского.
11. Хребет Тас-Кыстабыт.
12. Халканский хребет.
13. Яно-Оймяконское нагорье.
14. Момский хребет.
15. Алазейское плоскогорье.
16. Абыйская низменность.
17. Момо-Селенняхская впадина.
18. Река Колыма.
19. Колымская низменность.

Объект и методы изучения

Объектом изучения в настоящей статье является изображение северо-востока Азии на картах ASIA [3] и Septentrionalium Terrarum descriptio [4] Герарда Меркатора.

Для воссоздания рельефа востока Якутии на картах Меркатора, автор статьи выполнил следующие работы:

1. Изучил современные сведения о рельефе Восточной Якутии.
2. Сопоставил изображения Восточной Якутии на современной карте России [рис. 1] и на картах Меркатора [рис. 2, рис. 3].
3. Воссоздал рельеф Восточной Якутии на картах Герарда Меркатора.

Обсуждение результатов

1. Для рассмотрения на современной карте России (рис. 1) ниже приводятся выписки из описаний географических объектов Восточной Якутии [1], и дополняющие примечания к ним автора статьи:

Верхоянский хребет (1) протягивается на 1200 км вдоль правых берегов рек Лена и Алдан, образуя выпуклую на юго-запад дугу. Продолжением Верхоянского хребта на юге являются хребты *Сетте-Дабан* (2) и *Сунтар-Хаята* (3) [1, с. 53].

Хребет Кулар (4) – водораздел рек Яна и Омолой. Длина 380 км [1, с. 80]. (Начинается с восточного склона Верхоянского хребта, примерно, на уровне параллели 67° северной широты и протягивается на северо-восток до Яно-Индигирской низменности – прим. авт.).

Селенняхский хребет (5) – хребет в северной части горной системы Черского. Протянулся с севера на юг почти на 200 км [1, с. 132]. (Северная часть Селенняхского хребта располагается между хребтом Кулар (на западе) и Полоусным кряжем (на востоке). На севере граничит с Яно-Индигирской низменностью – прим. авт.).

Полоусный кряж (6) – хребет в северной части горной системы Черского. Являясь южной границей Яно-Индигирской низменности, тянется в широтном направлении на 175 км [1, с. 126].

Улахан-Сис (7) – хребет, как бы продолжает на правом берегу реки Индигирка Полоусный кряж. Протянулся на 180 км [1, с. 154].

Кондаковское плоскогорье (8) – на правобережье низовьев реки Индигирка. С юга ограничено хребтом Улахан-Сис [1, с. 78].

Яно-Индигирская низменность (9) – низменная полоса на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря от долины реки Омолой на западе до реки Индигирка на востоке. Ширина от 100 км до 300 км [1, с. 184].

Хребет Черского (10) протягивается от верхнего течения реки Колыма на северо-запад к низовьям реки Яна. Имеет вид дуги, выпуклой на запад, длиной около 1500 км [1, с. 170].

Хребты Тас-Кыстабыт и Халканский (11, 12) – (горные цепи, протянувшиеся от южной части горной системы Черского до северных склонов хребта Сунтар-Хаята – прим. авт.). Представляют собой водораздел между верховьями рек Индигирка и Колыма [1, с. 143, 161].

Яно-Оймяконское нагорье (13) – (расположено между Верхоянским хребтом и хребтом Черского – прим. авт.). На современных картах разделено на три части: Янское плоскогорье, Эльгинское плоскогорье и Оймяконское нагорье [1, с. 184].

Момский хребет (14) – является водоразделом между рекой Мома (правый приток реки Индигирка) и реками Ожогина и Ясачная (левые притоки реки Колыма). Имеет северо-западное простирание. Длина около 500 км [1, с. 103].

Алазейское плоскогорье (15) – находится на междуречье рек Индигирка, Колыма, Алазея и Ожогина. Протяжённость 300 км [1, с. 25].

Абыйская низменность (16) – площадь около 30 тыс. км². С севера ограничена Полоусным кряжем и хребтом Улахан-Сис. С юго-запада тянется хребет Момский. На востоке лежит Алазейское плоскогорье. На северо-востоке соединяется с Колымской низменностью [1, с. 23].

Момо-Селенняхская впадина (17) – крупнейшая межгорная депрессия горной системы Черского. Ширина впадины от 35 до 60 км, протяжённость – более чем 600 км. Ограничивается с северо-востока Селенняхским и Момским хребтами (1. с. 102). (С юго-запада – хребтами, составляющими центральную часть горной системы Черского – прим. авт.).

Река Колыма (18) – протекает по территориям Магаданской области и Республики Саха (Якутия). Длина 2129 км. Берёт начало в Верхнеколымском нагорье. Впадает в Восточно-Сибирское море. Главные притоки: Ясачная, Ожогина – слева; Коркодон, Омолон – справа [1, с. 77].

Колымская низменность (19) – низменная равнина в бассейнах рек Алазея, Большая Чукочьа и левобережья нижнего течения реки Колыма. Простирается на 750 км вдоль реки Колыма от Восточно-Сибирского моря до горной системы Черского (Момского хребта – прим. авт.), между Алазейским и Юкагирским плоскогорьями [1, с. 77-78].

2. Результаты сопоставления географических объектов Восточной Якутии (Рис. 1) с географическими объектами северо-востока Азии, изображёнными на картах Герарда Меркатора, приведены на рисунках 2 и 3.

Автор отмечает следующие особенности карт ASIA [3] и Septentrionalium Terrarum descriptio [4] Меркатора в изображении объектов:

1) На рассмотренных картах изображены следующие формы рельефа:

- горные хребты: Верхоянский (1), Сетте-Дабан (2), Сунтар-Хаята (3), Кулар (4), Селенняхский (5), Улахан-Сис (7), Черского (10), Тас-Кыстабыт (11), Халканский (12), Момский (14); Полоусный кряж (6);
- плоскогорья: Кондаковское (8), Алазейское (15);
- Яно-Оймяконское нагорье (13);
- низменности: Яно-Индибирская (9), Абыйская (16); Момо-Селенняхская впадина (17); Колымская (19);
- река Колыма (18).

2) На картах приведены совмещённые изображения:

- хребта Кулар, северной части Селенняхского хребта, Полоусного кряжа, хребта Улахан-Сис, Кондаковского плоскогорья в виде горного хребта (4 – 8), протягивающегося с изгибом на северо-восток к побережью Северного ледовитого океана (Oceanus Scythicus);

- хребтов Тас-Кыстабыт и Халканский в виде горного хребта (11 – 12), соединяющего хребты Черского и Сунтар-Хаята;

- Абыйской низменности и Момо-Селенняхской впадины (16, 17) в виде обширной пустынной местности (Desertu de Belgian magnum), ограниченной с северо-востока Момским хребтом (14), с юго-запада – хребтом Черского (10), с запада – горной цепью (4 – 8).

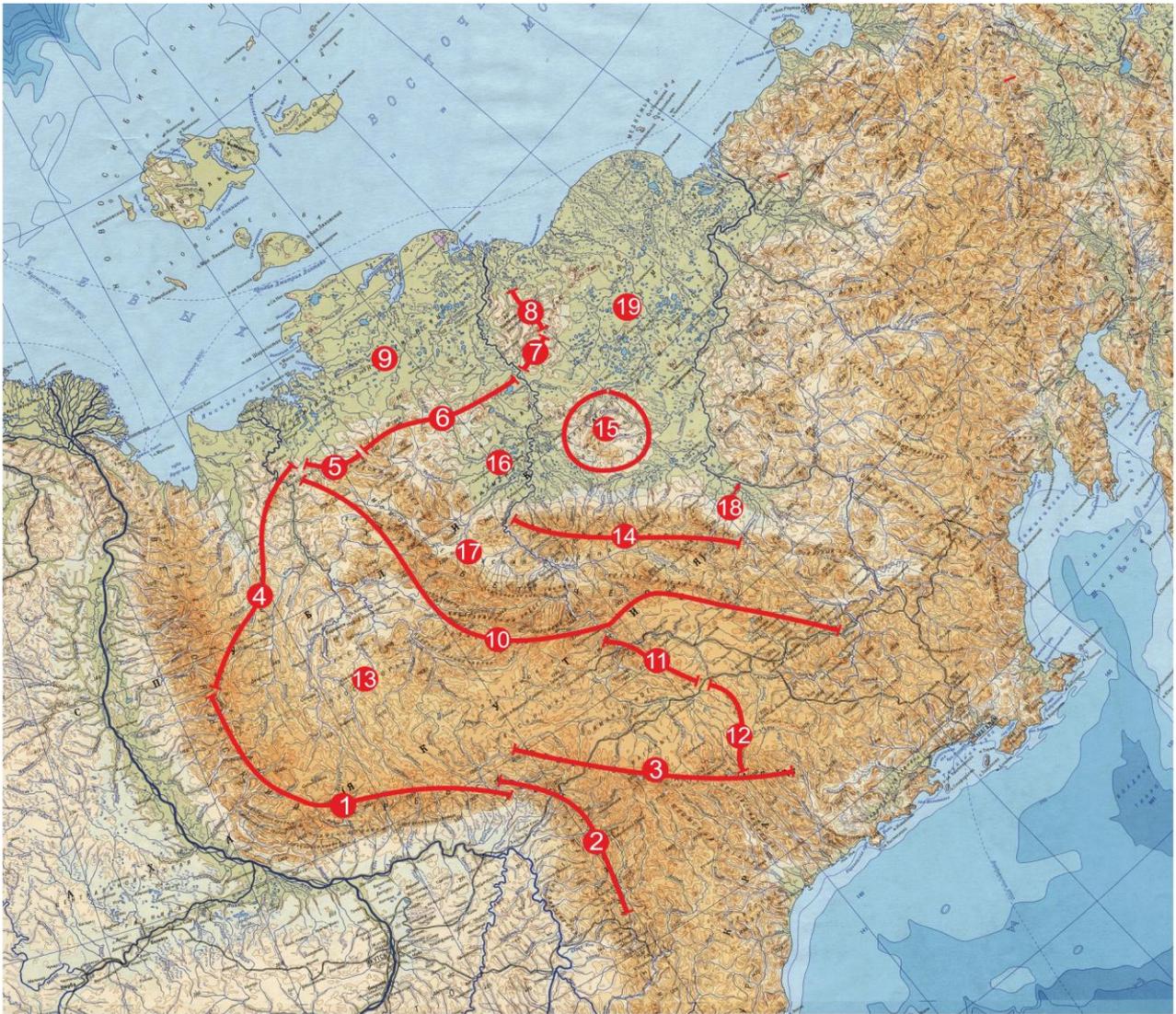


Рис. 1. Фрагмент современной карты России. Восточная Якутия.

В красных кружках обозначена принятая автором нумерация форм рельефа Восточной Якутии, сопоставленных с географическими объектами, изображёнными на картах Меркатора:

1. Верхоянский хребет. 2. Хребет Сетте-Дабан. 3. Хребет Сунтар-Хаята. 4. Хребет Кулар. 5. Селенняхский хребет. 6. Полоусный кряж. 7. Хребет Улахан-Сис. 8. Кондаковское плоскогорье. 9. Яно-Индигирская низменность. 10. Хребет Черского. 11. Хребет Тас-Кыстабыт. 12. Халканский хребет. 13. Яно-Оймяконское нагорье. 14. Момский хребет. 15. Алазейское плоскогорье. 16. Абыйская низменность. 17. Момо-Селенняхская впадина. 18. Река Колыма. 19. Колымская низменность.

Линиями красного цвета выделены горные хребты и Алазейское плоскогорье.



Рис. 2. Фрагмент карты Меркатора ASIA. Северо-восток Азии.

В красных кружках обозначена нумерация географических объектов, соответствующая принятой автором нумерации форм рельефа Восточной Якутии:

1. Верхоянский хребет. 2. Хребет Сетте-Дабан. 3. Хребет Сунтар-Хаята. 4 - 8. Совмещённое изображение хребта Кулар, северной части Селенныхского хребта, Полоусного кряжа, хребта Улахан-Сис, Кондаковского плоскогорья в виде единого горного хребта. 9. Яно-Индибирская низменность. 10. Хребет Черского. 11, 12. Совмещённое изображение хребтов Тас-Кыстабыт и Халканский. 13. Яно-Оймяконское нагорье. 14. Момский хребет. 15. Алазейское плоскогорье. 16, 17. Совмещённое изображение Абыйской низменности и Момо-Селенныхской впадины. 18. Река Колыма. 19. Колымская низменность.

Линиями красного цвета выделены горные хребты и Алазейское плоскогорье.

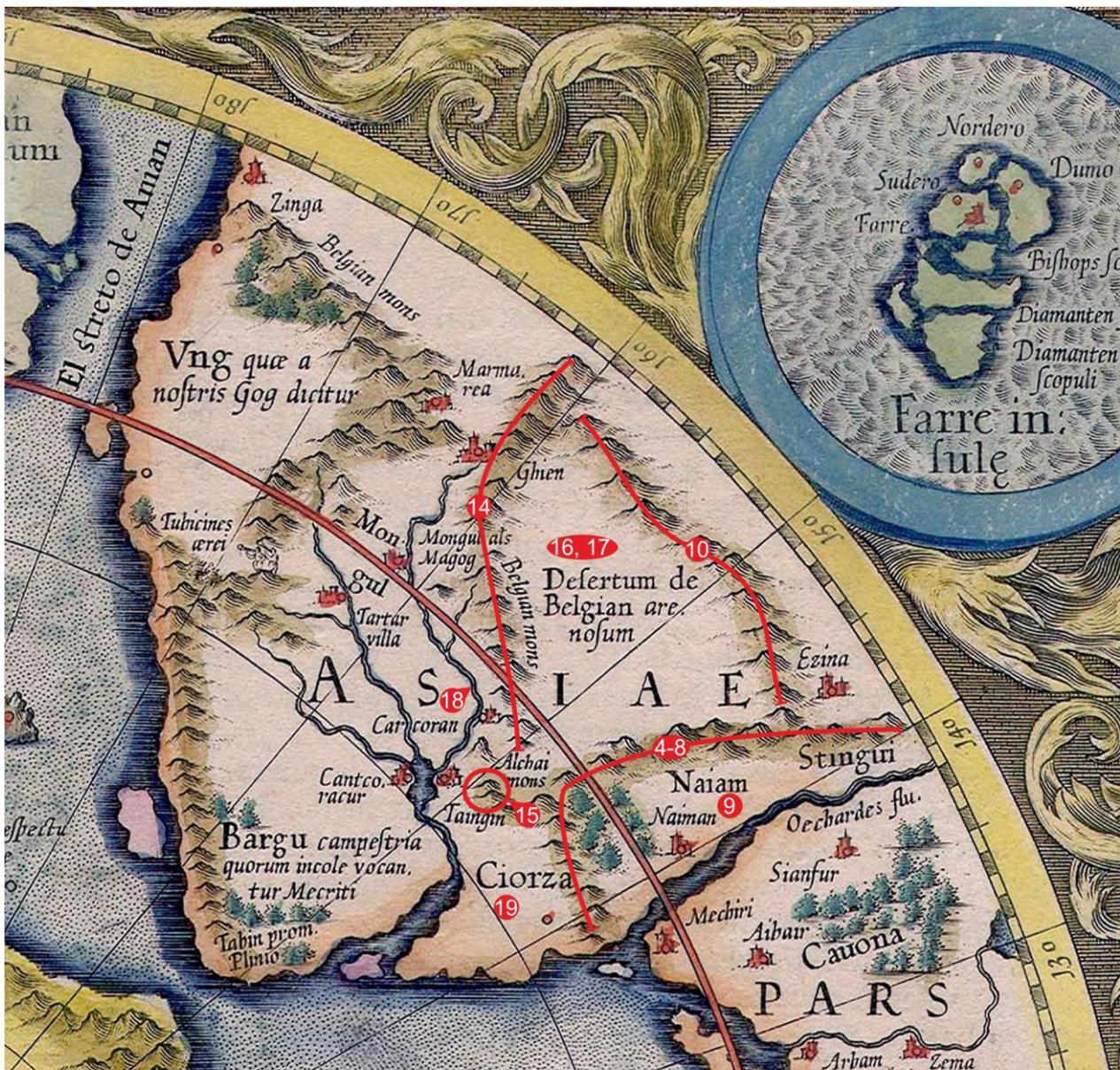


Рис. 3. Фрагмент карты Меркатора *Septentrionalium Terrarum descriptio*. Северо-восток Азии.

В красных кружках обозначена нумерация географических объектов, соответствующая принятой автором нумерации форм рельефа Восточной Якутии:

4-8. Совмещённое изображение хребта Кулар, северной части Селенняхского хребта, Полоусного кряжа, хребта Улахан-Сис, Кондаковского плоскогорья в виде единого горного хребта. **9.** Яно-Индигирская низменность. **10.** Хребет Черского. **14.** Момский хребет. **15.** Алазейское плоскогорье. **16, 17.** Совмещённое изображение Абыйской низменности и Момо-Селенняхской впадины. **18.** Река Колыма. **19.** Колымская низменность.

Линиями красного цвета выделены горные хребты и Алазейское плоскогорье.

3) Отдельные географические объекты северо-востока Азии, соответствующие современным географическим объектам Восточной Якутии, имеют названия:

- горный хребет, соответствующий на современной карте России Момскому хребту, имеет название *Belgian mons* (14).

- горное образование, соответствующее на современной карте Алазейскому плоскогорью, носит название *Alchei mons* (15).

- низменность, соответствующая на современной карте Колымской низменности, названа *Ciorca* (18).

4) Река Колыма (17) на карте *ASIA* [3] изображена с правым притоком Омолон с притоком Олой. На карте *Septentrionalium Terrarum descriptio* [4] Колыма изображена с притоками: Ясачная – слева; Омолон с притоком Олой – справа.

5) На картах не изображены:

- часть Верхоянского хребта, расположенная выше параллели 67° северной широты;

- реки Яна и Индигирка со всеми притоками.

Вывод

На картах *ASIA* [3] и *Septentrionalium Terrarum descriptio* [4] Герарда Меркатора, опубликованных в 1595 году, на северо-востоке Азии изображены формы рельефа Восточной Якутии.

Литература

[1] *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.

[2] РОССИЯ и сопредельные государства. Масштаб 1:4 000 000. Омская картографическая фабрика Роскартографии. 2000. Редакторы Н. Б. Смирнова, Т. П. Филатова. Технический редактор Н. А. Широкова.

[3] *Atlas cosmographicae (Mercator) 039.jpg* [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_\(Mercator\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_(Mercator)).

[4] *Atlas cosmographicae (Mercator) 043.jpg* [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_\(Mercator\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_(Mercator)).

S u m m a r y. The author compared the image of the eastern part of Yakutia on the modern map of Russia with the image of the North-East Asia on the maps by Gerardus Mercator. Based on the comparison results, the author reconstructed the terrain relief of Eastern Yakutia on Mercator's maps.

ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПОЗДНЕМ КВАРТЕРЕ

В.С. Шейнкман, С.Н. Седов

*Институт криосферы Земли, ФИЦ Тюменский НЦ СО РАН, Тюмень, Россия
vlad.sheinkman@mail.ru*

SPECIFIC PALEOCRYOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE NORTH OF WEST SIBERIA IN THE LATE PLEISTOCENE

V.S. Sheinkman, S.N. Sedov

Earth Cryosphere Institute, FRS Tyumen RS SB RAS, Tyumen, Russia

Аннотация. В свете создания прогностической базы развития природной среды в сибирском секторе Арктики и Субарктики авторы предлагают полученные ими новые данные изучения палеокриологических обстановок позднего квартера в Западной Сибири. В основе используемых подходов лежит комплексный анализ объектов с позиций взаимодействия процессов криогенеза и криопедогенеза. Освещен также опыт анализа причин и разрешения ряда противоречий о строении четвертичного комплекса рассматриваемой территории. Полученные результаты говорят, что атрибутом обстановок становилось здесь промерзание пород, менее сильное в ходе термохронов и весьма глубокое в криохроны.

Ключевые слова: палеокриогенез, палеокриопедогенез, плейстоцен, север Западной Сибири.

Введение

Для севера Западной Сибири долгое время применялась модель устойчивой платформы, периодически перекрываемой в квартере или морскими водоемами, или покровными ледниками. Свидетельством формирования последних считалось периодическое присутствие в составе осадков валунного материала, а возможные воздействия тектоники связывались с появлением или снятием нагрузки на земную кору мощного ледникового щита [1, 3]. Сибирские Увалы – возвышенность на правобережье Средней Оби (рис. 1-1) – по аналогии с внешне похожими образованиями Русской равнины считали тогда конечной мореной древнего ледника. Хотя параллельно существовали и были широко представлены альтернативные точки зрения [3, 4, 5, 8, 9], согласно которым фактором распространения валунов на данной территории были ледово-морской разнос обломков горных пород, и типичные для сибирских рек ледово-речная транспортировка и переотложение захваченного льдом припая каменного материала. Проанализировав данные различных моделей развития природной среды региона и проведя цикл исследований вдоль и к северу от Сибирских Увалов, авторы сформулировали комплексный подход, который изложен ниже.

Объекты и методы

Представленные материалы освещают результаты работ на территории к югу от области современного распространения полигонально-жильных льдов (ПЖЛ) – вдоль северного склона Сибирских Увалов и к северу от них. В этом ареале палеокриологические процессы отражены наиболее полно, ясно проявляясь в строении объектов, сформированных в конце каргинского, МИС-3, и в течение сартанского, МИС-2, времени, особенно при зарождении и

развитии ПЖЛ и затем псевдоморфоз по ним – наиболее информативного атрибута данных событий. Причем акцент авторы сделали на выявлении особенностей взаимодействия палеокриогенеза и палеокриопедогенеза – как элемента палеокриологического развития Западной Сибири. Поскольку именно они дают возможность наиболее полно воссоздать картину событий прошлого путем выявления емкой палеокриологической информации, зашифрованной в следах такого взаимодействия. Для представительного показа этой картины выявлялись репрезентативные участки в разных секторах рассматриваемой территории. Как пример, в данной работе приведены два основных из них: они отмечены на рис 1-1 – на равнине у подножия восточного отрога Сибирских Увалов на равнине (участок 1) и в пределах ее фрагмента, прилегающего к Обской губе.

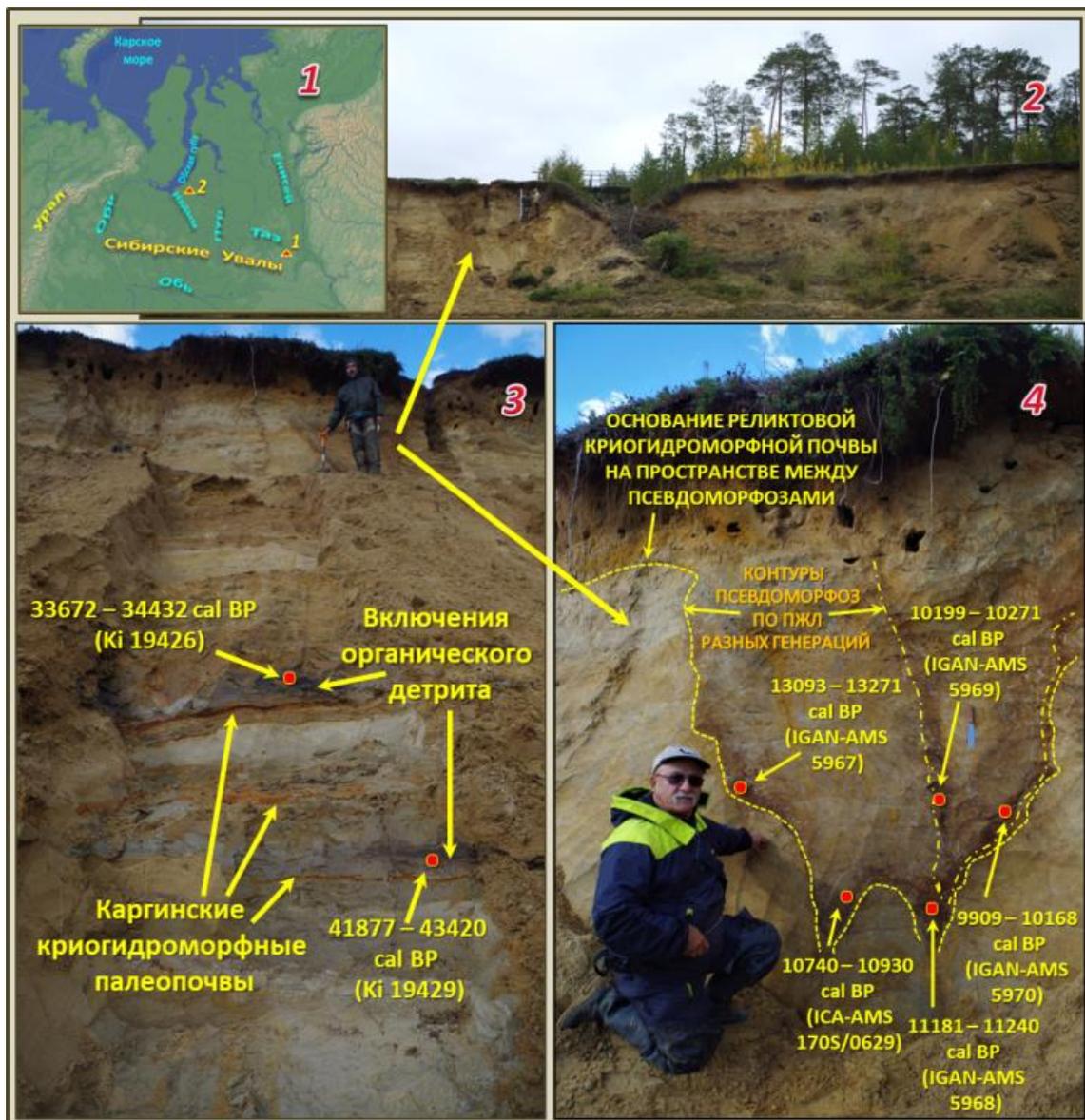


Рис. 1. 1 – схематическая карта района: 1, 2 – репрезентативные участки; 2 – общий вид 6-8-м террасы на правом берегу р. Пюлькы (истоки р. Таз); 3 – итог ^{14}C -датирования вмещающих псевдоморфозы отложений в теле террасы; 4, 5 – псевдоморфозы по ПЖЛ вверху террасы и итог их ^{14}C -датирования. Пояснения в тексте. Фото из архива В.С. Шейнкмана.

Результаты и их обсуждение

Реликтов древних ледников на рассматриваемой территории не выявлено, фиксированы только следы промерзания пород и саморазвитие речной сети на фоне проявления блоковой тектоники. Равнина, как ее называют исследователи [6], прилегающая к Сибирским Увалам с севера, представлена поверхностью выравнивания, покрытой чехлом песчаного аллювия, сформированного, как показали результаты проведенного ^{14}C -датирования, в каргинское, МИС-3, время. Современные водотоки врезаются в равнину, образуя террасы разной высоты – обычно до 20-25 м; их поверхность из-за различной интенсивности блокового поднятия имеет разные отметки – на приподнятом выше участке 1 они достигают 100 м, а вблизи Обской губы снижаются до 25-30 м.

Повсюду сверху террас встречаются разнообразные псевдоморфозы по ПЖЛ – индикатор низкотемпературной мерзлоты, формирующейся в отсутствие ледников. В составе псевдоморфоз постоянно присутствуют фрагменты криогидроморфных почв, формировавшихся на сопредельных с жилами льда участках. Они сползли при таянии ПЖЛ в освобождаемый льдом объем, частично примерзали к стенкам жил, и, согласно [7], в таком случае время заполнения псевдоморфоз и формирования криогидроморфных почв практически одинаково – находясь в пределах погрешности датирования. По этим фрагментам получен ряд радиоуглеродных датировок, подтвердивших формирование псевдоморфоз в конце сартанского времени – в терминальную фазу криохрона МИС-2: тогда мерзлота еще сохранялась, но ее температура стала превышать оптимальные для существования ПЖЛ значения. Соответственно ПЖЛ, как предшественники псевдоморфоз, должны были формироваться в МИС-2 – в сартанский криохрон, в котором шло развитие низкотемпературной мерзлоты.

Псевдоморфозы хорошо выражены благодаря развитию в малольдистых песках, хорошо держащих стенку, и отражают эпигенетический тип своего в период после стабилизации поверхности каргинской равнины. Это хорошо запечатлено на обоих участках. Ситуацию на участке 1 показывают рис. 1-2 – 1-4, демонстрирующие строение 6-8-м террасы р. Пюлькы ($63^{\circ}12'11''\text{с.ш.}$, $84^{\circ}19'37''\text{в.д.}$) у ее впадения в р. Ратта – правый приток р. Таз в ее истоках. На рисунках хорошо видно, что при пойменно-русловом накоплении постепенно промерзающего каргинского аллювия (что подтверждает формирование в нем криогидроморфных палеопочв во второй половине МИС-3) в МИС-2 произошла стабилизация поверхности. В верхних слоях тогда сформировалась еще одна криогидроморфная палеопочва, которая ясно фиксирует основание бывшего сезонно-талого слоя (СТС). А тело террасы сверху было разбито тогда ПЖЛ, замещенных впоследствии псевдоморфозами, стенки которых сопряжены с основанием криогидроморфной палеопочвы.

Датировки у границы плейстоцен–голоцен в заполнении псевдоморфозы отражают время оттаивания ПЖЛ в условиях повышения температуры мерзлоты. А расположенная сверху современная альфегумусовая почва, представленная подбуром, показывает, что ее предшественник –

криогидроморфная палеопочва, ею частично абсорбирован, и что с началом ее формирования данная толща уже была талой. Поскольку альфегумусовые почвы развиваются на талых, хорошо дренированных породах. В целом же обе почвы фиксируют стабилизацию поверхности в МИС2 и в последующем голоцене – современные водотоки врезаются в эту поверхность, формируя новую генерацию аллювия.

Аналогичная ситуация фиксирована на участке 2. Она отражена на рис. 2, где показано строение 10-м террасы р. Тыха ($65^{\circ}54'15''\text{с.ш.}$, $74^{\circ}34'18''\text{в.д.}$) у ее впадения в р. Правая Хетта – правый приток р. Надым. Расчистка террасы выявила вблизи поверхности хорошо выраженную псевдоморфозу (рис. 2-1), стенки которой также были сопряжены с основанием расположенной сверху криогидроморфной палеопочвы. Каргинский возраст тела террасы подтвержден соответствующей ^{14}C -датировкой (рис. 2-2), а по альфегумусовой почве вверху, представленной в данном случае ясно выраженным развитым подзолом, получена другая ^{14}C -датировка, фиксирующая развитие этой почвы на талых, хорошо дренированных породах во второй половине голоцена (см. рис. 2-1).



Рис. 2. Строение 10-м террасы р. Тыха у ее впадения в р. Правая Хетта – правый приток р. Надым в ее низовьях. Пояснения в тексте. Фото из архива В.С. Шейнкмана.

Что касается валунов, встречающихся на рассматриваемой территории, то они лишь вкраплены в аллювий и образуют скопления, будучи вымытыми из тела террас, только на отмелях. Это результат обычного для рек Сибири ледово-речного разноса обломков пород, захваченных всплывающими во время ледохода льдинами берегового припая [9, 10]. Большинство обломков, встречаемых вдоль Сибирских Увалов (базальты, долериты, анамезиты), были перенесены в прошлом, как выяснили авторы, при подъеме воды во время ледоходов с правобережья Енисея через невысокий, в прошлом, водораздел на его левобережье, и затем неоднократно переотложены. Зафиксирована линза с такими обломками, например, даже в верхней части террасы р. Тыха, (рис. 2-3, 2-4) – на значительном удалении от Енисея. На отрезке его долины от устья Подкаменной Тунгуски до г. Игарка подъемы воды в ледоход и в последние десятилетия регулярно бывают больше 20 м, а порой достигают 30-35 м [2,11]. Поэтому в прошлом, когда Сибирские Увалы были ниже [10], периодически преодолевать на их широте невысокий водораздел на левобережье Енисея паводковыми водами с несомыми льдинами припая материалом было несложно. А в дальнейшем этот материал мог неоднократно переоткладываться.

Выводы

На изученной территории в МИС-2 были широко распространены эпигенетические ПЖЛ на матрице каргинского аллювия – индикатор континентальных условий с низкотемпературной мерзлотой. Развитие ПЖЛ сопровождалось формированием вверху толщи вмещающих их каргинских осадков криогидроморфных палеопочв, фиксирующих бывшее основание СТС. Вытаивание ПЖЛ имело место в терминальную фазу МИС-2, когда параметры криолитозоны стали неблагоприятными для их развития, и они замещались материалом криогидроморфных почв и минерально-органических слоев с окружающих участков. Во второй половине голоцена вверху данной толщи сформировались подзолы и подбуры, фиксируя ее переход в это время в талое состояние.

Благодарности

Работа выполнена в рамках тем госзаданий 121041600042-7 и 121042000078-9

Литература

- [1] *Архинов С.А.* Главные геологические события позднего плейстоцена (Западная Сибирь) // Геология и геофизика, 2000. Т. 41. № 6. С. 792–799.
- [2] *Григорьев Н.Ф.* Мерзлотно-гидрогеологические особенности района г. Игарки. Якутск, Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1991, 56 с.
- [3] *Дубиков Г.И.* Состав и криогенное строение мерзлых толщ Западной Сибири. М.: ГЕОС, 2002. 246 с.
- [3] *Земцов А.А.* Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная часть). Томск: ТГУ, 1976. 344 с.

- [4] *Крапивнер Р.Б.* Кризис ледниковой теории: аргументы и факты. М.: ГЕОС. 2018. 320 с.
- [5] *Кузин И.Л.* Геоморфология Западно-Сибирской равнины. СПб.: Изд. Государственной полярной академии. 2005. 176 с.
- [6] *Розенбаум, Г.Э.; Шполянская, Н.А.* Позднекайнозойская история криолитозоны Арктики и тенденции ее будущего развития. М.: Научный мир. 2000. 104 с.
- [7] *Чичагова О.А.* Развитие представлений И.П. Герасимова об абсолютном и относительном возрасте почв по данным радиоуглеродного датирования // Почвоведение. 2005. № 12. С. 1436-1445.
- [8] *Чувардинский В.Г.* Четвертичный период. Новая геологическая концепция. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН. 2012. 179 с
- [9] *Шейнкман В.С., Мельников В.П., Седов С. Н., Парначёв В.П.* Новые свидетельства внеледникового развития севера Западно-Сибирской низменности // ДАН. 2017. Т. 477. № 4. С. 480–484.
- [10] *Шейнкман В. С., Мельников В.П., Парначев В.П.* Анализ криогенных и тектонических процессов на севере Западной Сибири в плейстоцене с позиций криогетеротопии // Доклады РАН. 2020. Том 494. № 1. С. 82–86.
- [11] <https://allrivers.info>
- [12] *Sheinkman V.* Quaternary glaciation in North-Western Siberia – New evidence and interpretation // Quaternary International. V. 420. 2016. P. 15–23.

S u m m a r y. Data characterizing Pleistocene environments in West Siberia from the position of paleocryology are presented, and the accent was put on interaction of paleocryogenesis and paleocryopedogenesis. Experience of applying the working out approach to analyze causes of contradictions in respect to the Quaternary formations in the region and to solve these contradictions has been elucidated. On such a base, characteristic features of development of the studied area have been considered.

CONTENT

TEACHER OF GEOGRAPHY AND CIVILIZATION DEVELOPMENT

<i>Sukhorukov V.D., Gladkiy Yu.N.</i> Russian school and geographical education (historical essay).....	8
<i>Mukhin A.S., Vasilieva T.V.</i> Vasiliy G. Vasiliev – scientist & teacher, faculty of geography, Herzen university (to the centenary of the birth).....	16
<i>Nizovtsev V.A., Snytko V.A., Shirokova V.A., Erman N.M.</i> Landscape features of the formation of the settlement structure of the historical wa- terway «from the Varangian to the Greeks».....	24
<i>Barkova E.V.</i> Goethe's «West-eastern sofa»: to the study of the space of the meeting of cultures in the eco-philosophical picture of the world.....	29
<i>Grigoriev Al.A.</i> The formation of lakes as a phenomenon of cultural.....	35
<i>Korobov V.B., Kochurov B.I.</i> Are socio-geographical systems always systems?.....	42
<i>Paranina A.N., Marsadolov L.S., Grigoriev Al.A.</i> Sacral geography of ancient navigation objects.....	46
<i>Pogodina V.L., Savicheva A.V.</i> Designing school tours dedicated to the anniversary of Peter the Great	53
<i>Rozanov L.L.</i> The concept of geocological values.....	59
<i>Silin V.I.</i> Professor G.G. Schonberg: life and activities.....	64

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS AND METHODS OF RESEARCH

<i>Andronache Ion</i> Lacunarity – a fractal approach to determine spatial homogeneity or heterogeneity of the forests.....	70
<i>Anokhin V.M.</i> Results of a preliminary study of the alluvial deposits of the Jalo river (Aklan prov- ince, Philippines).....	77
<i>Anokhin V.M., Dudakova D.S.</i> Discovery of new tectonic sedges at the bottom of Ladoga lake.....	81
<i>Vasiliev M.S.</i> Relationship of aerosol turbidity of the atmosphere in central Yakutia with forest fires in the period 2004-2021.....	87
<i>Gubin V.N., Arkhipenko T.V.</i> Cosmostructural mapping of the Pripyat oil and gas basin.....	92
<i>Levina S.N., Davydova P.V., Gorodnichev R.M., Pestryakova L.A.</i> Assessment of the current state lakes of the lower of the Indigirka river (established on the basis of diatom analysis).....	96
<i>Pronina A.V., Biserov M.F.</i> Zoogeographical review of the winter population of birds in the mixed forests of Chegdomyn.....	101

<i>Tolkacheva V.F.</i>	
Development of a methodological framework and digital technologies for decision-making support to ensure the water security of the Crimea: interim results of exploratory research.....	105
<i>Tolstikov A.V., Chernov I.A.</i>	
Numerical simulation of the passive tracer advection in the bays of the White sea ...	110
<i>Shengelia L.D., Kordzakhia G.I., Tvauri G.A., Dzadzamia M.S.</i>	
Glaciers melting in east Georgia due to the impact of current climate change.....	115

POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC AND ANTARCTIC

<i>Zelutkina L.O., Kulikov V.F., Shelukhina O.A.</i>	
Medical and geographical conditions of the peoples of the North.....	121
<i>Kim, Ja-Young</i>	
Koreas «New northern policy» and the «Snowflake» international arctic station.....	126
<i>Kiseleva E.M., Volobueva O.V.</i>	
Analysis of the temperature regime of the polar and subpolar regions.....	130
<i>Korostelev E.M., Zelyutkina L.O.</i>	
Natural and cultural features of the ethnous in the Arctic region.....	136
<i>Slukovskii Z.I., Terentiev P.M.</i>	
Biogeochemical aspects of pollution of small urban lakes in Arctic (on example of study of waterbodies of the city of Murmansk).....	142
<i>Shadrin A.I.</i>	
Scientific support for studying interaction between the Russian federation and the republic of Korea in the development of the arctic.....	147

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LIMNOLOGY AND HYDROLOGY

<i>Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N.</i>	
Characteristics of bottom sediments of the lakes of the Bolshoy Solovetsky island (White sea).....	152
<i>Dauvalter V.A., Slukovskii Z.I., Postevaya M.A., Denisov D.B.</i>	
Hydrochemical monitoring of the lakes of Murmansk	157
<i>Debolskaya E.I., Debolsky V.K., Gritsuk I.I.</i>	
Composite modeling of pollutant propagation in the curvilinear sections of permafrost rivers	162
<i>Dobrovolski S.G., Yushkov V.P., Vyruchalkina T.Yu., Sokolova O.V.</i>	
On fundamental laws in hydrology.....	167
<i>Ivanova D.A., Krasnova E.D., Voronov D.A., Radchenko I.G.</i>	
Comparison of the summer phytoplankton structure before and after the renewal of the bottom water in lake Kislo-Sladkoe, separated from the White sea.....	172
<i>Kirvel P.I., Zielinski A., Choiński A.</i>	
Characteristics of selected lakes of eolian and karst origin in the Kielce region (southeastern part of central Poland) of the Świętokrzyskie voivodeship.....	176
<i>Loginova M.V., Grekov I.M.</i>	
Analysis of bottom sediments of lake Ordosno.....	181
<i>Maslikova O.Ya., Gritsuk I.I., Ionov D.N.</i>	
Current status of investigations of coastal slope erosion of water objects under the conditions of the cryolithozone.....	187

<i>Potakhin M.S.</i> Estimation of lakes volume by statistical methods (by example of lake Onego catchment).....	191
<i>Pronina A.V., Grekov I.M.</i> Granulometric analysis of the upper core of the bottom sediments of lake Usviatskoe (Pskov region).....	195

EVOLUTIONARY GEOGRAPHY, RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA

<i>Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M.</i> Rhythms of natural processes of geosystems in the steppes of Central Asia.....	199
<i>Borisova O.K., Naryshkina N.N., Panin A.V.</i> New data on the indications of the preboreal oscillation in the west of the European territory of Russia.....	204
<i>Karpukhina N.V., Karevskaya I.A., Konstantinov E.A., Kurbanov R.N., Borisova O.K., Zakharov A.L.</i> Evolution of the Izborsko-Malskaya valley in the lateglacial time.....	209
<i>Kashdan A.Y., Sheinkman V.S.</i> Reconstruction of the evolution of ice flows of the Barents-Kara ice sheet during MS2-4.....	213
<i>Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Makarova T.R., Korniyushenko T.V., Prokopets S.D.</i> Recors of floods and droughts in the holocene sections near archaeological sites, Southern Primorye.....	219
<i>Repkina T.Y., Gurinov A.L., Kublitsky Yu.A., Leontiev P.A., Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N., Lugovoy N.N.</i> The relative sea level changes of the white sea in the late glacial - holocene according to the data of the studies of the lake Srednyaya Tret (Eastern coast of Gorlo strait).....	224
<i>Ryzhov Yu.V., Golubtsov V.A., Smirnov M.V.</i> Rhythm of sedimentation and soil formation in the river valleys of the Selenga drainage basin during late glacial and holocene.....	231
<i>Smirnov M.V., Ryzhov Yu.V.</i> Rhythmic of sedimentation and soil formation in the valley of the Tarbagatayki river (Republic of Buryatia).....	236
<i>Chemezov V.E.</i> The experience of reconstruction of eastern Yakutia's terrain relief on the maps by Gerardus Mercator.....	241
<i>Sheinkman V.S., Sedov S.N.</i> Specific paleocryological development of the north of west Siberia in the late pleistocene.....	248

LXXV Герценовские чтения

География: развитие науки и образования

Международная научно-практическая конференция
20–23 апреля 2022 года (к 225-летию Герценовского университета)

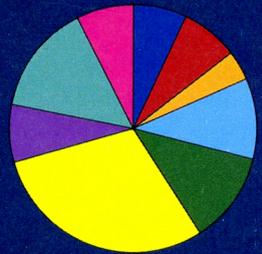
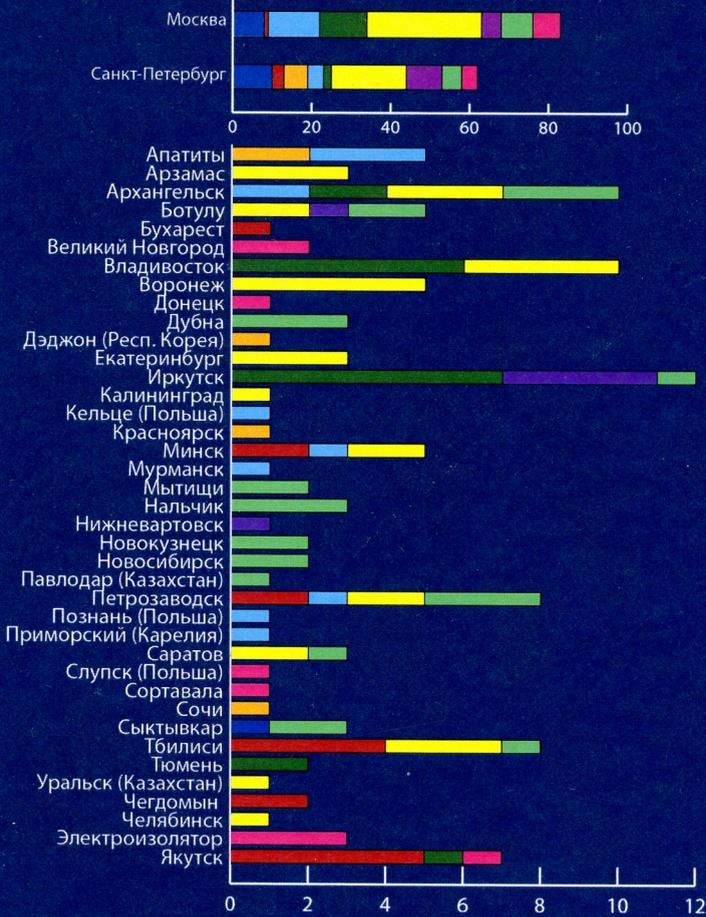
Сборник научных статей
Том I

Техническое редактирование:

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

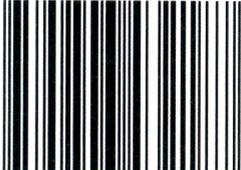
Подписано в печать 07.07.2022. Формат 60 × 84 ¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 16,25. Тираж 500 экз. Заказ № 196к

Типография РГПУ им. А. И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48



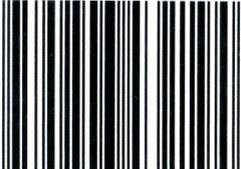
1. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ
3. ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ: РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ
4. ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ
5. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
6. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЛОБАЛИЗАЦИИ
7. РАЗВИТИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
8. УЧИТЕЛЬ ГЕОГРАФИИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА
9. РЕГИОНОВЕДЕНИЕ, КРАЕВЕДЕНИЕ, ТУРИЗМ, ПРИРОДНОЕ И КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ

ISBN 978-5-8064-3218-7



9 785806 432187

ISBN 978-5-8064-3219-4



9 785806 432194