

На правах рукописи
УДК 556.55:502(282.256.63)

УШНИЦКАЯ ЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЁР
ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

1.6.21. Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург 2024

Работа выполнена в лаборатории по изучению экологического состояния Арктики – БиоМ (Биологический мониторинг) эколого-географического отделения Института естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова» (ФГАОУ ВО «СВФУ им. М. К. Аммосова»)

Научный руководитель **Субетто Дмитрий Александрович**
Доктор географических наук, доцент, декан факультета географии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Официальные оппоненты **Даувальтер Владимир Андреевич**
Доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геоэкологии и рационального природопользования Арктики Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»

Федоров Александр Николаевич
Доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории криогенных ландшафтов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»

Защита состоится 25 декабря 2024 г. в 12.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 33.3.018.02, созданного на базе Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, по адресу:

191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп. 12, ауд. 21.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена по адресу: 191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп. 5 и на сайте университета по адресу: https://dissер.herzen.spb.ru/Preview/Vlojenia/000001060_Disser.pdf

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Сазонова Ирина Евгеньевна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Современные озёра – это уникальные составляющие географической оболочки нашей планеты. Их экологические особенности определяются множеством факторов, включая географическое расположение, особенности водосборных территорий и строение котловин. Разнообразие озёрных экосистем формируется благодаря сложным природным процессам, которые происходят в озёрах, как в водоёмах с замедленным водообменом.

Водоёмы являются неотъемлемой частью природной экосистемы и тесно связаны с окружающей средой. В них попадают различные загрязняющие вещества, смываемые дождями или талыми водами с территорий водосборных бассейнов и переносимых воздушными потоками, а также отходы промышленных предприятий.

В последнее время наблюдается значительное повышение уровня загрязнения водоёмов, что отрицательно сказывается на качестве воды, используемой в хозяйственных целях, а также на живых организмах, обитающих в природных водах. Помимо того, что вода загрязняется в результате деятельности человека, она также может естественным образом насыщаться органическими веществами. Это происходит как из-за того, что различные водные организмы отмирают и разлагаются, так и из-за того, что некоторые водоросли выделяют органические вещества в течение своей жизни. Чтобы использовать воду в хозяйственно-бытовых целях, необходимо знать её качество, особенно уровень загрязнения.

В Якутии, где распространены многолетнемерзлые породы, которые обуславливают использование для нужд человека воды только из поверхностных водоисточников – рек и озёр. В центральной части Якутии большинство поселений находятся на водоразделах, где единственными источниками воды являются озёра. В условиях сурового климата и развитых многолетнемерзлых пород любое воздействие на озёра – естественное, антропогенное или техногенное, может нарушить хрупкое равновесие в этих водоёмах. Это, в свою очередь, может негативно сказаться на качестве воды в озёрах, которые являются важным источником ресурсов для местного населения и используются в хозяйственной деятельности.

Лено-Амгинское междуречье – это уникальный природный район, где господствует аласно-таёжная растительность и существует развитый ледовый комплекс, образованный мощными подземными жильными льдами (Соловьев, 1962). Физико-географические особенности этого региона, такие как широкое распространение аласных ландшафтов, благоприятных для скотоводства, способствовали активному освоению территории в сельскохозяйственных целях. В последние десятилетия результат антропогенного воздействия на экосистему Лено-Амгинского междуречья становится всё более значительным (Десяткин, 1998).

В Лено-Амгинском междуречье большинство населённых пунктов преимущественно сосредоточено у озёр. Реки здесь – неглубокие. Многие наполняются только весной, когда тает снег, и осенью, после дождей. Из-за этого сельские жители и хозяйства не могут обеспечить себя водой, и им приходится брать её из озёр. Однако большинство озёр в этом районе не подходят для питьевых нужд. Зимой жители деревень используют для питья талую воду, которая образуется из льда. Они следуют народному опыту, который говорит, что вода очищается сама собой, когда превращается в лёд.

Впервые на проблему водоснабжения жителей центральной части Якутии обратило внимание Министерство сельского хозяйства Якутской АССР (министр – М. Е. Николаев). По инициативе этого ведомства с 1978 по 1998 годы была проведена масштабная работа по паспортизации озёр совхозов Центральной Якутии.

В настоящее время, в целях решения данной проблемы Правительством Республики Саха (Якутия) успешно претворяется в жизнь Республиканская программа водоснабжения заречных улусов за счет подачи воды из р. Лены. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью современной оценки экосистем озёр Лено-Амгинского междуречья и выявления природных и антропогенных факторов, определяющих их геоэкологическое состояние.

Целью диссертационного исследования является выявление локальных различий морфометрических и гидрохимических параметров изученных озёр Лено-Амгинского междуречья с учетом геоморфологических условий.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- охарактеризовать распределения озёр по морфогенетическим типам котловин и единицам административно-территориального деления района исследования с учетом геоморфологического районирования;
- выявить морфометрические и гидрохимические особенности озёр Лено-Амгинского междуречья;
- произвести типизацию озёр по совокупности морфометрических и физико-химических параметров;
- установить особенности пространственного изменения морфометрических и физико-химических характеристик озёр;
- произвести оценку качества озёрных вод исследуемого региона.

Объектом исследования являются разнотипные озёра Лено-Амгинского междуречья, относящиеся к территориям муниципальных образований пяти улусов (районов) Республики Саха (Якутия).

Предмет исследования – морфометрические и гидрохимические параметры термокарстовых, эрозионно-термокарстовых, водно-эрозионных и тукулановых озёр Лено-Амгинского междуречья.

Основные защищаемые положения:

I. По общей совокупности морфометрических характеристик и физико-химических параметров воды выделены восемь групп озёр Лено-Амгинского междуречья. Водоёмы, обладающие повышенными значениями параметров (Мюрю (самая большая площадь зеркала), Огус-Харага (наибольший коэффициент развития береговой линии), Чонтохой (высокая минерализация воды), Усун-Кюель (самое удлинённое) и Безымянное L244 (самая высокая прозрачность воды)), отнесены к категории уникальных для Лено-Амгинского междуречья.

II. Основные физико-химические свойства воды озёр, относящихся к эрозионно-термокарстовому и водно-эрозионному морфогенетическим типам в пределах Лено-Амгинского междуречья, закономерно изменяются с юга на север. С продвижением на север общая минерализация, концентрация натрия, калия и хлоридов в воде повышаются, в то время как содержание кальция уменьшается. Это происходит на фоне уменьшения количества атмосферных осадков и увеличения испарения.

III. Исследования озёр Лено-Амгинского междуречья, водный режим которых находится под влиянием процессов строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, позволяют расширить общепринятую региональную классификацию (Жирков, 1983) путем добавления двух морфогенетических типов озёр: термокарстово-антропогенного и эрозионно-термокарстово-антропогенного.

Научная новизна работы. Впервые для озёр Лено-Амгинского междуречья проведена комплексная оценка взаимосвязей морфологических, морфометрических,

гидрохимических характеристик озёр с параметрами их местоположения. В процессе оценки структуры взаимосвязей абиотических характеристик водоёмов для Лено-Амгинского междуречья впервые произведён учёт такого пространственного параметра, как кратчайшее расстояние от озера до ближайшего водотока, а также установлена его взаимосвязь с физико-химическими параметрами воды термокарстовых озёр. В морфогенетическую классификацию озёр Якутии (Жирков, 1983) внесены новые типы водоёмов (термокарстово-антропогенные и эрозионно-термокарстовые озёра с антропогенным воздействием). Впервые проведена оценка влияния водовода Лена – Туора-Кюель на показатели качества воды озёр и озёр-водохранилищ, находящихся по маршруту его следования.

Личный вклад автора. Диссертационная работа является самостоятельно выполненным научным исследованием. Автором сформулированы цели и задачи исследования. Автор принимал участие в полевых исследованиях, химико-аналитических работах, самостоятельно произвёл вычисление расчётных морфометрических характеристик водоёмов, осуществил статистическую обработку данных, а также сам выполнил всю работу по оформлению результатов исследования. Автором лично разработана структура и создана электронная лимнологическая база данных (БД) «Озёра Центральной Якутии». Автор участвовал в соавторстве с коллегами в составлении баз данных озёрных экосистем бассейнов рек Якутии. Работа выполнена в лаборатории по изучению экологического состояния Арктики (Биологический мониторинг – БиоМ) эколого-географического отделения Института естественных наук ФГАОУ ВО «СВФУ им. М. К. Аммосова» в рамках следующих проектов и хоздоговорных работ: РНТП Республики Саха (Якутия) (тема «Гидробиологические ресурсы водоёмов Центральной Якутии» (№ 8.22, 2003)); Программа по мониторингу поверхностных водных объектов и водохозяйственных сооружений на территории Республики Саха (Якутия) зоны деятельности Ленского БВУ Росводресурсов (тема «Разработка Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Лены» (СКИОВР, №4655-6с, 2002)); ФЦП «Социальное развитие села до 2010 года» (МСХ РФ) («Оценка современного состояния и использование водных объектов (водохранилищ, озёр), расположенных по трассе водовода Лена – Туора-Кюель (2004, №30/2004)); РФФИ №13-05-00327 А «Палеоэкология и палеогеография озер Новосибирских островов» (2013–2015 гг.); РФФИ № 15-45-05063 р_восток_а «Палеоэкологические исследования голоценовой истории озер бассейна реки Индигирки» (2015–2017); Проектная часть государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ по заданию № 5.184.2014/К (2014–2016 гг.); Министерство образования и науки РФ «Программа развития СВФУ» Мероприятие 2.8. «Биомониторинг тундровых экосистем Северо-Востока России в условиях глобального изменения климата и интенсификации антропогенного процесса (мониторинг, экология, палеогеография, модель и технологии природопользования)» (2010–2014 гг.); проектная часть государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и образования РФ по заданию 5.2711.2017/ПЧ «Биогеографические закономерности биоты озёр арктической зоны Севера-Востока Российской Федерации» (2017–2019 гг.); проектная часть государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования РФ по темам FSRG–2020–0019, 2020–2022 гг. и FSRG–2023–0027, 2023–2025 гг.; за счет экспедиционных грантов Института полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (АВИ, Германия).

Теоретическая и практическая значимость. Работа вносит существенный вклад в области изучения особенностей пространственного изменения физико-химических характеристик воды и морфометрических параметров озёр термокарстового, эрозионно-термокарстового и водно-эрозионного типов Центральной Якутии, а также вводит в научный

оборот новые сведения о пространственно-временных аспектах воздействия гидротехнических сооружений на состояние водоёмов, расположенных в зоне сплошного распространения многолетнемёрзлых пород. В ходе выполнения работы значения исследуемых морфометрических и физико-химических параметров озёрных экосистем сведены в электронную базу данных «Озёра Центральной Якутии», зарегистрированную в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (свидетельство № 2014621709 от 10.12.2014 г.). Сведения из базы данных и результаты исследований применяются в качестве информационной основы при проведении мониторинга состояния водных объектов, находящихся под воздействием водовода Лена – Туора-Кюель. Материалы диссертации обладают высоким потенциалом применения при реализации водохозяйственных мероприятий по дальнейшему развитию системы обеспечения водными ресурсами населения и народного хозяйства Лено-Амгинского междуречья.

Степень достоверности и апробация исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается большим объемом используемого в работе фактического материала, применением современных лабораторных методов и вспомогательных средств, которые позволяют достичь цели исследования и решить поставленные задачи. Количественный анализ данных обеспечен тщательной проверкой результатов, использованием автоматизированных статистических программ, что определяет безошибочность вычислительных процедур. Совокупность применяемых подходов обеспечивает достоверность результатов исследования и обоснованность последовавших выводов. Результаты исследований обсуждались на научно-практических конференциях республиканского (4), российского (4) и международного (21) уровней, в том числе «Озёра холодных регионов» (Якутск, 2000); «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3» (Тольятти, 2003); III научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященная 10-летию Технического института (филиала) ЯГУ (Нерюнгри, 2003); научно-практическая конференция «Экология и здоровье человека на Севере» (Якутск, 2004); «Экологические проблемы литорали равнинных водохранилищ» (Казань, 2004); форум географов Якутии «География в Якутии: Наука и образование» (Якутск, 2005); научно-практическая конференция «Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, минимизация вредного воздействия вод в период прохождения паводков на малых реках и повышение эффективности использования их долин» (Якутск, 2006); 5-я научно-практическая конференция «Экологические проблемы промышленных городов» (Саратов, 2011); ежегодная научно-практическая конференция Герценовские чтения «География: развитие науки и образования» (Санкт-Петербург, 2014, 2019); Международная конференция «Палеолимнология Северной Евразии» (Якутск, 2016; Казань, 2018; Иркутск, 2020); XV Международная научно-практическая конференция «Наука и образование: сохраняя прошлое» (Пенза, 2018); XXVI Международная научно-практическая конференция «Вопросы современных научных исследований» (Омск, 2018); II Международная научно-практическая конференция «Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности» (Санкт-Петербург, 2019); Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования» (Пенза, 2019); «География и краеведение в Якутии и сопредельных территориях Сибири и Дальнего Востока» (Якутск, 2020); XII научно-техническая конференция «Молодая мысль: наука, технологии, инновации» (Братск, 2020); VI Ежегодная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире» (Уфа, 2020-2023 гг.); XVI научно-практическая конференция «Молодые учёные России» (Пенза, 2022); The 5th International Conference «Paleolimnology of Northern Eurasia and the

School of Young Scientists» (Санкт-Петербург, 2022); III международный научно-исследовательский конкурс – МЦНС «Наука и просвещение» (2022) (WWW.NAUKAIP.RU).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 112 печатных работ, из них в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, – 17 (в т. ч. 3 – в журналах, индексируемых в «Web of Science» и «Scopus»), в сборниках материалов международных, всероссийских и региональных конференций – 70, коллективных монографиях – 3. Произведено составление и регистрация в качестве РИД (в соавторстве) в Государственных реестрах РФ 14 электронных баз данных и 1 патента на полезную модель, 5 баз данных в международной системе PANGAEA (<https://www.pangaea.de/>) в соавторстве.

Объём и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и выводов. Объём работы составляет 277 страниц, включая 56 рисунков, 44 таблицы, и 18 приложений. Библиографический список включает 307 наименований, в том числе 26 на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю, д.г.н. Дмитрию Александровичу Субетто, за поддержку и помощь на всех этапах работы. Особую благодарность автор выражает своим коллегам из лаборатории по изучению экологического состояния Арктики (Биологический мониторинг — БиоМ): к.б.н. Городничеву Руслану Михайловичу; к.г.н. Давыдовой Парасковье Васильевне; к.г.н. Левиной Сардане Николаевне. Кроме того, автор признателен коллегам из других подразделений: к.г.н. Васильеву Михаилу Семёновичу; к.г.н. Ядрихинскому Ивану Васильевичу; к.г.н. Захарову Моисею Ивановичу; к.б.н. Троевой Елене Ивановне и др. Все они дали ценные советы по картографической и статистической обработке фактического материала, а также помогли интерпретировать полученные результаты. Автор также выражает искреннюю признательность и благодарность своим близким за их терпение и поддержку во всех начинаниях.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ГЛАВЕ 1 «Краткая характеристика природно-климатических условий и обзор изученности водных экосистем Лено-Амгинского междуречья» приведены описание природно-климатических условий формирования озёр, краткая характеристика основных водотоков и обзор изученности водных экосистем Лено-Амгинского междуречья. Границы района исследований определены реками Лена, Амга, Алдан и отрогами кряжа Селлякайт-Селля. Территория характеризуется разнообразием рельефа и ландшафтов, во многом обусловленными широким распространением многолетней мерзлоты, термокарстовых процессов, приводящих к образованию множества мелких озёр и аласов. Климат района умеренный резко-континентальный. Средняя температура января достигает $-47,7$ °С, июля – $+19,6$ °С. Годовое количество осадков составляет 210–250 мм (при высокой испаряемости в 250–300 мм). Период положительных температур воздуха длится до 145 дней, однако заморозки могут проявляться даже в летний период. Снежный покров сохраняется более 7 месяцев. В исследуемом районе основным типом почв являются мерзлотные палевые, образующиеся на карбонатных покровных суглинках, также встречаются разнообразные типы аласных почв: болотные, луговые и остепнённые. Все почвы аласов в той или иной степени подвержены сульфатно-содовому или сульфатно-хлоридному засолению. Растительность в Лено-Амгинском междуречье представлена преимущественно лесами, занимающими около 60–70 % территории. В районе встречаются разнообразные типы лугов: аласные, суходольные и мелкодолинные. Они формируют уникальный таёжно-аласный ландшафт, служащий основой для развития животноводства в регионе.

Речная сеть Лено-Амгинского междуречья включает притоки крупных рек, которые ограничивают этот район с трёх сторон: Лены, Алдана и Амги. Наиболее крупные притоки: Тамма, Суола, Туйма, Татта и Танда. Густота речной сети – менее $0,2$ км/км². Период ледостава здесь длится с октября по май. Питание рек преимущественно снеговое, что обуславливает ярко выраженное половодье, которое наблюдается в июне-июле.

В Центральной Якутии регулярные исследования отдельных аспектов функционирования озёр осуществляются с 1940-х годов (Егоров, 1942; Ефимов, 1946 и др.). На начальном этапе становления озероведения в регионе значительный вклад в исследование водоёмов внесли ученые-мерзлотоведы (Анисимова, 1966; Арэ, 1969, 1974; Гаврилова, 1974; Тишина, 1978, 1980 и др.). К настоящему моменту сложилось несколько условных направлений научных работ, объектом которых выступают озёра: работы по изучению абиотических параметров (Ксенофонтова, 2006, 2009; Kumke et al., 2007; Трофимова, 2007, 2011; Константинов, Николаева, 2018; Трофимова, 2020 и др.); исследования гидробионтов (Копырина, 1999; Собакина, 2013; Фролова и др., 2014; Пшенникова, 2004; Пестрякова, 2008) и комплексные геоэкологические НИР (Жирков, 1983а; 2000; 2014; Пестрякова и др., 2005, 2007; Егоров, 2023).

ГЛАВА 2 «Материалы и методы исследований» состоит из двух разделов: 2.1 «Объект и сбор фактического материала» и 2.2 «Методы полевых и лабораторных исследований, статистический анализ».

Объектом исследования являются 205 разнотипных озёр, расположенных на территории пяти улусов (районов) Республики Саха (Якутия) в восточной части Центрально-Якутской равнины на правом берегу р. Лена и на левом берегу среднего и нижнего течения р. Алдан. Изученные озёра приурочены к территориям 55 населенных пунктов, входящих в 66 сельских поселений (наслегов) Амгинского, Мегино-Кангаласского, Таттинского, Усть-Алданского и Чурапчинского улусов (районов).

В основу диссертации легли результаты полевых исследований озёр, проведённых в период с 2002 по 2021 гг. Среди исследуемых параметров озёр рассмотрены основные морфометрические характеристики котловин (площадь зеркала, длина, ширина максимальная, ширина средняя, максимальная глубина, коэффициент удлинённости, длина береговой линии и др.) и водосборов (площадь, удельный водосбор) озёр и физико-химические параметры воды (минерализация, общая жёсткость, рН, концентрации общего железа, аммония и главных ионов), определённые стандартными методами. К морфометрическим характеристикам были добавлены новые параметры: расстояние от водоёма до населённого пункта и направление расположения озера относительно сельского поселения. Они необходимы для выявления антропогенной нагрузки на водоёмы. В ходе исследования озёрные системы были объединены в группы по критериям: происхождению озёрных котловин; расположению на речных террасах; принадлежности к улусам (районам), сельским поселениям и населённым пунктам. Для статистического анализа данных использовались методы кластерного и корреляционного анализа в программном пакете PAST версии 4.0.

ГЛАВА 3 «Характеристика озёрных экосистем Лено-Амгинского междуречья и особенности их географического расположения» посвящена описанию морфометрических и гидрохимических характеристик 205 разнотипных озёр и особенностям их географического расположения (**рис. 1**). В работе используется принцип «природа – хозяйство», который позволяет рассмотреть взаимосвязь между различными компонентами: террасами реки Лены, на которых расположены объекты исследования, происхождением озёр, морфометрическими и гидрохимическими характеристиками, а также муниципальными образованиями разного уровня.

В разделе **3.1 «Геоморфологическое районирование озёр по террасам среднего течения реки Лена»** представлено районирование Лено-Амгинского междуречья по П. А. Соловьёву (1959). Изученные озёра расположены на низких, средних и высоких террасах реки Лены, высота которых варьируется от 8–10 м до 194–212 м над уровнем реки Лены. Большинство озёр (89,7 %) расположены на средневысотных аккумулятивно-эрозионных террасах реки Лены, включая Бестяхскую, Тюнгилюнскую, Абалахскую и Маганскую (Ушницкая и др., 2014; Ушницкая и др., 2021). Их распределение по этим террасам неравномерно, более половины (61,9 %) озёр приурочены к Абалахской и Тюнгилюнской террасам (**рис. 2**).

В разделе **3.2 «Распределение озёр по морфогенетическим признакам их котловин»** автор, опираясь на морфогенетическую классификацию И. И. Жиркова (1983), выделил 4 генетических типа (термокарстовые, эрозионно-термокарстовые, водно-эрозионные и тукулановые). Большинство котловин исследованных озёр имеют термокарстовое происхождение (41 %). Они образовались из-за протаивания многолетнемёрзлых пород и ледовых комплексов. Водно-эрозионные (22 %) и эрозионно-термокарстовые (23 %) озёра по доле от общего количества водоёмов занимают подчинённое по отношению к термокарстовым водным объектам положение. Доли остальных генетических типов котловин – незначительны.

В результате изучения озёр Лено-Амгинского междуречья установлено, что водный режим ряда объектов исследования в значительной степени определяется процессами строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений (плотин, трубопроводов, насосных станций и др.). Ряд водоёмов преобразованы в озёра-водохранилища магистральных водоводов (Мундулаах, Тэппэ, Табага, Верхний Бютейдах и др.). Учёт природных факторов формирования котловин озёр и значительного влияния хозяйственной

деятельности на них позволил автору дополнительно выделить в региональной лимнологической классификации (Жирков, 1983) два новых морфогенетических типа: термокарстово-антропогенные (16 озёр) и эрозионно-термокарстово-антропогенные (8) озёра.

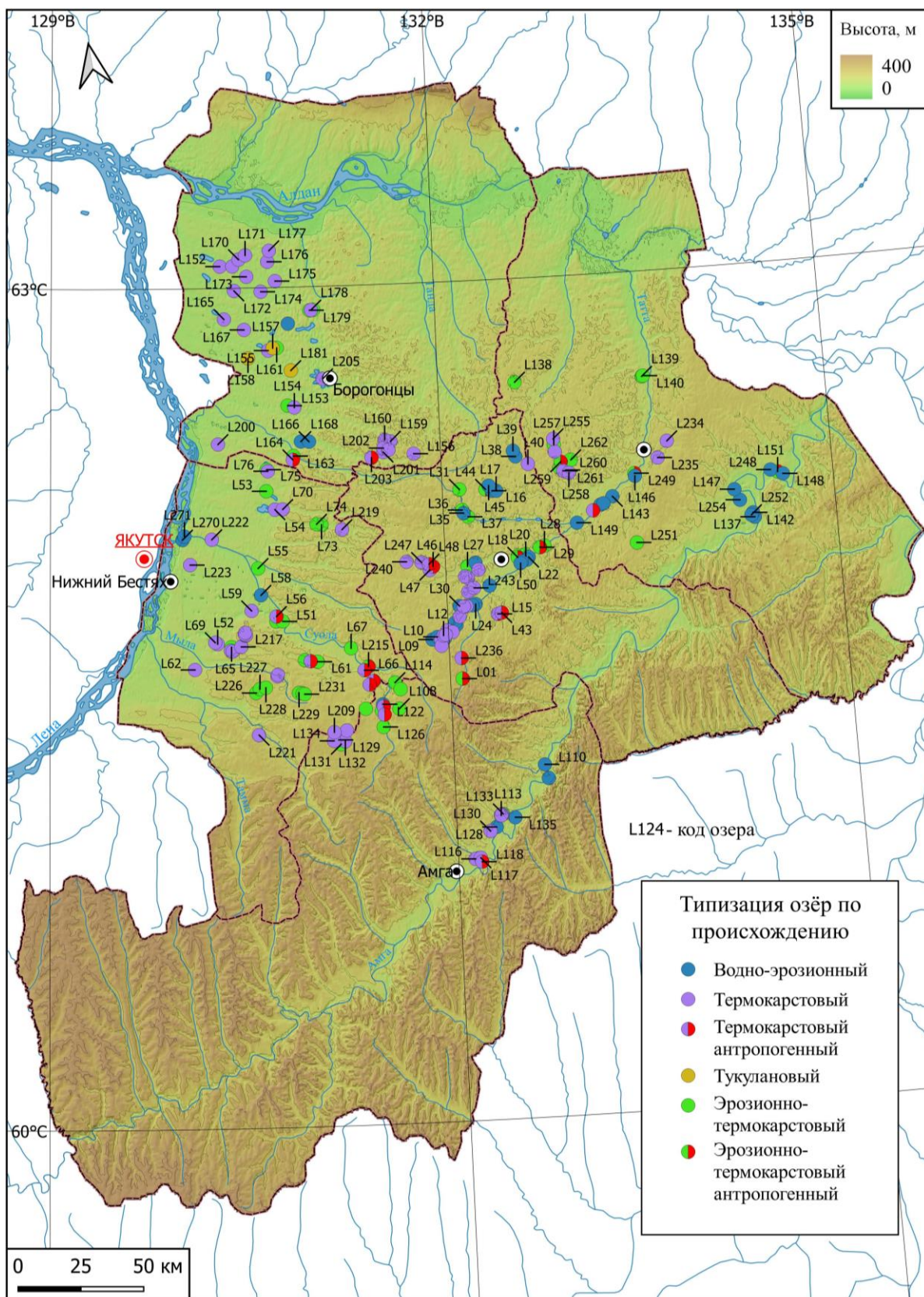


Рис. 1. Карта местонахождения озёр Лено-Амгинского междуречья

В разделе 3.3 «Распределение озёр по сельским поселениям и населенным пунктам» приведено описание размещения изученных озёр на территории районов Якутии

(и их муниципальных образований): Амгинского (30 озёр); Мегино-Кангаласского (49); Таттинского (32); Усть-Алданского (36) и Чурапчинского улусов (58). Из них наиболее густонаселённым улусом (1 место в Республике Саха (Якутия)) с плотностью населения 2,81 чел./км² является Мегино-Кангаласский. Он обладает наименьшей площадью среди административных районов Якутии (11,7 тыс. км²).

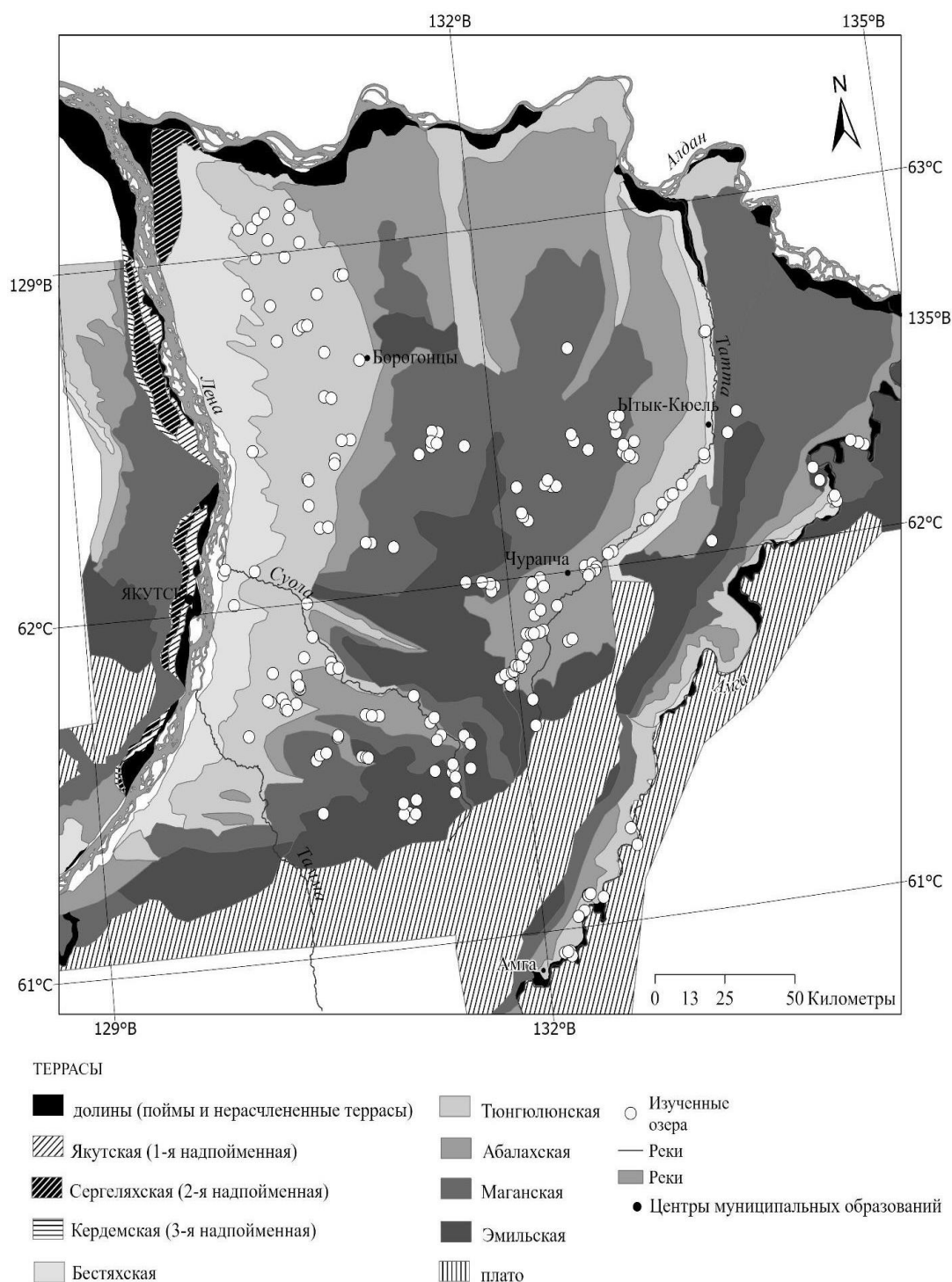


Рис. 2. Карта геоморфологического районирования Лено-Амгинского междуречья с изученными озёрами

В разделе описаны климатические и социально-экономические особенности каждого улуса. Созданы карты-схемы, на которых наглядно показано расположение озёр различных типов в населённых пунктах пяти изученных улусов, расположенных в Лено-Амгинском

междуречье. В качестве примера на рисунке 3 представлена карта-схема Чурапчинского улуса.

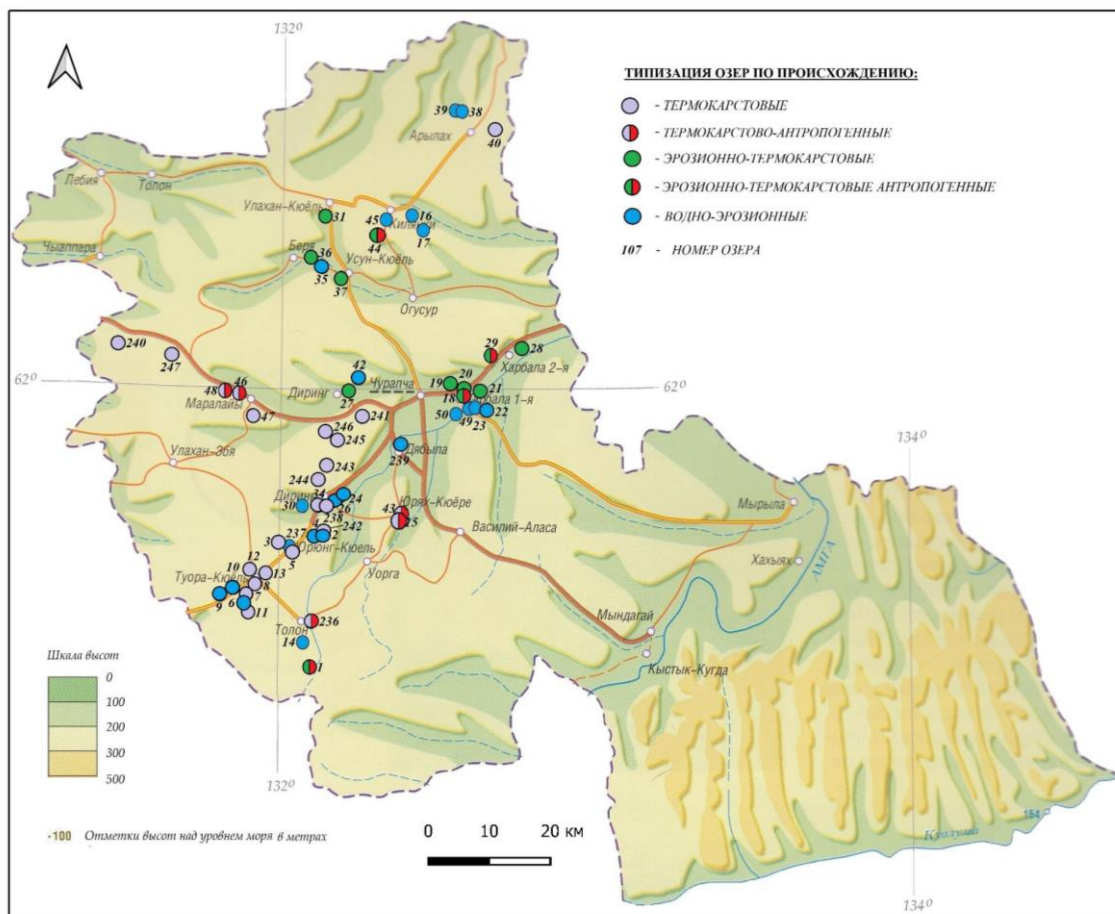


Рис. 3. Карта-схема распределения разнотипных озёр по населённым пунктам Чурапчинского улуса

В ГЛАВЕ 4 «**Особенности морфометрических и физико-химических параметров разнотипных озёр Лено-Амгинского междуречья**» раскрываются особенности характеристик химического состава воды и строения котловин разнотипных озёр района исследований.

Раздел 4.1 «Особенности морфометрических параметров разнотипных озёр». Площадь водосборного бассейна озёр в Лено-Амгинском междуречье варьирует от 0,01 до 138 км², 86 % из них имеет небольшой водосборный бассейн (менее 5 км²), покрытый в основном (48 %) лесной растительностью. По площади зеркала наиболее распространены маленькие (44 %) и малые (40 %) озёра, 71 % которых отличается очень малой глубиной, их максимальная глубина не превышает 3,12 м. По коэффициенту ёмкости выделяются два основных типа форм: параболоидная (48 %) и полуэллиптическая (33 %). Форма котловин, определённая по показателю удлинённости, варьируется от округлой (12 %) до удлинённой (69 %). 57 % объектов исследования является слабо открытым, 34 % – умеренно открытыми водоёмами. Преобладают озёра со слабоизрезанной береговой линией (67 %), в то время как на долю сильноизрезанных водоёмов приходится около трети (27 %) объектов исследования. Озеро Мюрю (L205) выделяется среди других водоёмов Лено-Амгинского междуречья своими уникальными размерами – площадь, длина и максимальная ширина его зеркала значительно превышают аналогичные показатели других водных объектов.

Раздел 4.2 «Физико-химические особенности природных вод озёр» состоит из двух подразделов.

В 4.2.1 «Физико-химические характеристики озёрных вод» установлено, что вода озёр Лено-Амгинского междуречья имеет очень низкую (в 89 % случаев) и низкую (в 11 % случаев) прозрачность. Водородный показатель (рН) воды варьирует от слабокислого (5,5) до сильнощелочного (10,5). Большинство озёр (до 82 %) имеют нейтральную или слабощелочную среду. Минерализация озёрных вод сильно варьирует: от 103 до 5033 мг/л (36 % объектов – пресные, 41 % – обладает повышенным количеством растворенных в воде солей). Практически все водные объекты характеризуются мягкими (58 %) и среднежесткими (33 %) водами. Подавляющее большинство озёр (98 %) относятся к гидрокарбонатному классу. Группы катионов сочетаются в них по-разному, однако наиболее часто преобладает натрий (45 %) (рис. 4).

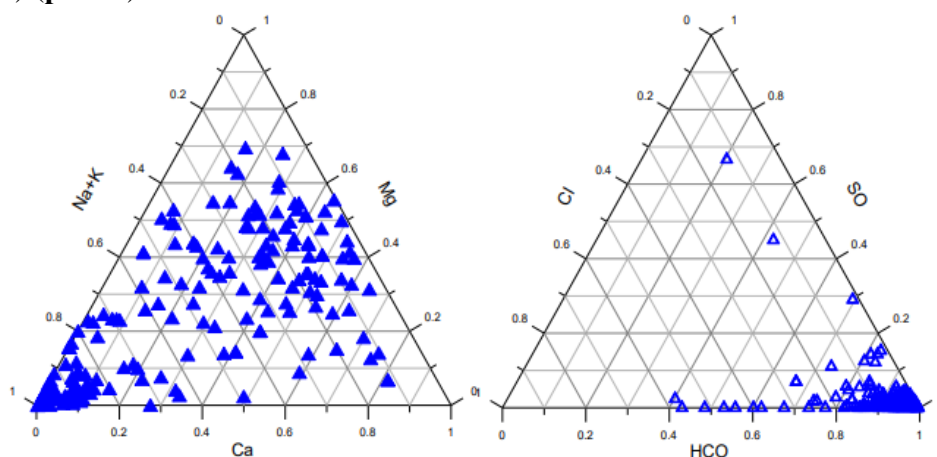


Рис. 4. Катионный и анионный составы изученных озёрных вод

4.2.2 «Оценка качества озёрных вод по физико-химическим параметрам».

Основные результаты исследования свидетельствуют о том, что вода в некоторых озёрах не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, установленным для водоёмов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового значения (ПДКв). В 20,5 % исследованных озёр уровень общей минерализации превышает установленный норматив в 5 раз. В 3 % случаев уровень хлоридов составляет от 1,1 до 1,5 ПДКв. В безымянном озере (L260) уровень сульфатов достигает 1,4 ПДКв. В воде объектов исследования также превышены значения нормативов для водоёмов рыбохозяйственного значения (ПДКвр). Содержание железа превышает норму в 10–60 раз (для 28 % озёр), азота аммонийного – в 1,0–30 раз (38 % озёр), натрия – в 1–9 раз (37 % озёр), калия – в 1,0–1,9 раза (2 % озёр) и магния – в 1–4,5 раза (26 % озёр).

Раздел 4.3 «Типизация озёр по сочетанию морфометрических и физико-химических параметров».

Для выполнения кластерного анализа автор использовал 23 переменных озёр, в том числе: 1) морфометрические переменные (площадь водного зеркала, длина, максимальная и средняя ширина, максимальная и средняя глубина, длина береговой линии, показатель удлинённости, степень изрезанности береговой линии, коэффициент глубинности и ёмкости, форма котловин); 2) физико-химические переменные воды (прозрачность, общая жёсткость, рН, минерализация воды, концентрация ионов аммония, процентное содержание основных катионов (кальций, магний, сумма натрия и калия), процентное содержание анионов (гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты). В качестве меры близости между объектами применено евклидово расстояние, которое является наиболее распространённым для работы с количественными переменными (Городничев и др., 2019). Параметры, используемые в процедурах кластеризации, были подвергнуты предварительной z-стандартизации. Из

множества существующих методов был выбран метод Варда как наиболее подходящий и широко используемый для проведения аналогичных работ на территории региона исследований (Левина, 2023; Давыдова, 2023).

Автор выполнил кластерный анализ озёр Лено-Амгинского междуречья, разделив их по террасам реки Лены и генетическим типам (таблица 1).

Таблица 1. Количество изученных озёр Лено-Амгинского междуречья по террасам и происхождению котловин по определенным кластерам (I - VIII)

КЛАСТЕРЫ	Субкластеры	По террасам реки Лена						По происхождению озёрных котловин					
		А	Б	М	Т	Э	Н	ЕТ	ЕТА	FE	Te	TeA	Tu
I		-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-
II	IIa	4	-	5	3	2	-	6	-	3	6	-	-
	IIb	9	-	6	3	4	-	4	1	2	13	1	-
	IIc	5	-	-	2	4	-	2	1	3	4	2	-
III	IIIa	2	-	2	2	2	-	2	-	1	4	1	-
	IIIb	9	2	1	8	3	-	7	-	10	7	1	-
	IIIc	4	-	2	-	3	-	2	-	2	4	1	-
IV		1	-	1	9	-	-	3	-	-	6	2	-
V		-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
VI		-	3	2	1	-	-	2	1	3	-	-	-
VII	VIIa	1	2	6	18	1	-	5	1	2	16	-	3
	VIIb	9	-	5	6	1	1	8	3	5	5	1	-
	VIIc	5	2	14	6	-	-	3	1	15	7	1	-
VIII		15	3	1	2	-	-	2	-	-	14	3	-
Всего:		64	12	45	63	20	1	46	8	47	88	13	3

Примечание. Серым цветом и жирным шрифтом отмечены максимальные значения по выборке.

Группа озёр по террасам: А – Абалахская, Б – Бестяхская, М – Маганская, Т – Тюнгюлюнская, Э – Эмильская, Н – низкая терраса. *Группа озёр по происхождению:* ЕТ – эрозионно-термокарстовые, ЕТА – эрозионно-термокарстовые антропогенные, FE – водно-эрозионные, Te – термокарстовые, TeA – термокарстово-антропогенные, Tu – тукулановые.

В ходе исследования для 205 озёр было составлено иерархическое дерево – схема, на которой объекты исследования последовательно объединяются в группы (рис. 5).

Кластерный анализ озёр Лено-Амгинского междуречья выявил восемь групп, различающихся по химическому составу воды и характеристикам озёрных котловин. Особо выделяются озёра с высокими показателями исследуемых характеристик, такие как Мюрю (L205), Усун-Кюель (L109), Огус-Харага (L155), Тыымпы-Баса (L161) и Чонтохой (L222). Данные озёра были отнесены к уникальным для Лено-Амгинского междуречья.

В разделе 4.4 «Корреляция морфометрических и физико-химических характеристик разнотипных озёр Лено-Амгинского междуречья» представлены результаты анализа взаимосвязей между параметрами исследуемых объектов с использованием коэффициента Спирмена (r , при $p < 0,05$). В ходе анализа было выявлено, что озёра в Лено-Амгинском междуречье с большей площадью водосбора отличаются более развитой береговой линией, крупными размерами и сложными формами водного зеркала.

По мере продвижения на север Лено-Амгинского междуречья, площадь зеркала, максимальная глубина и степень изрезанности термокарстово-антропогенных озёр значительно увеличиваются. Однако некоторые химические параметры их воды, такие как общая жёсткость, концентрация кальция и доля сульфатов снижаются.

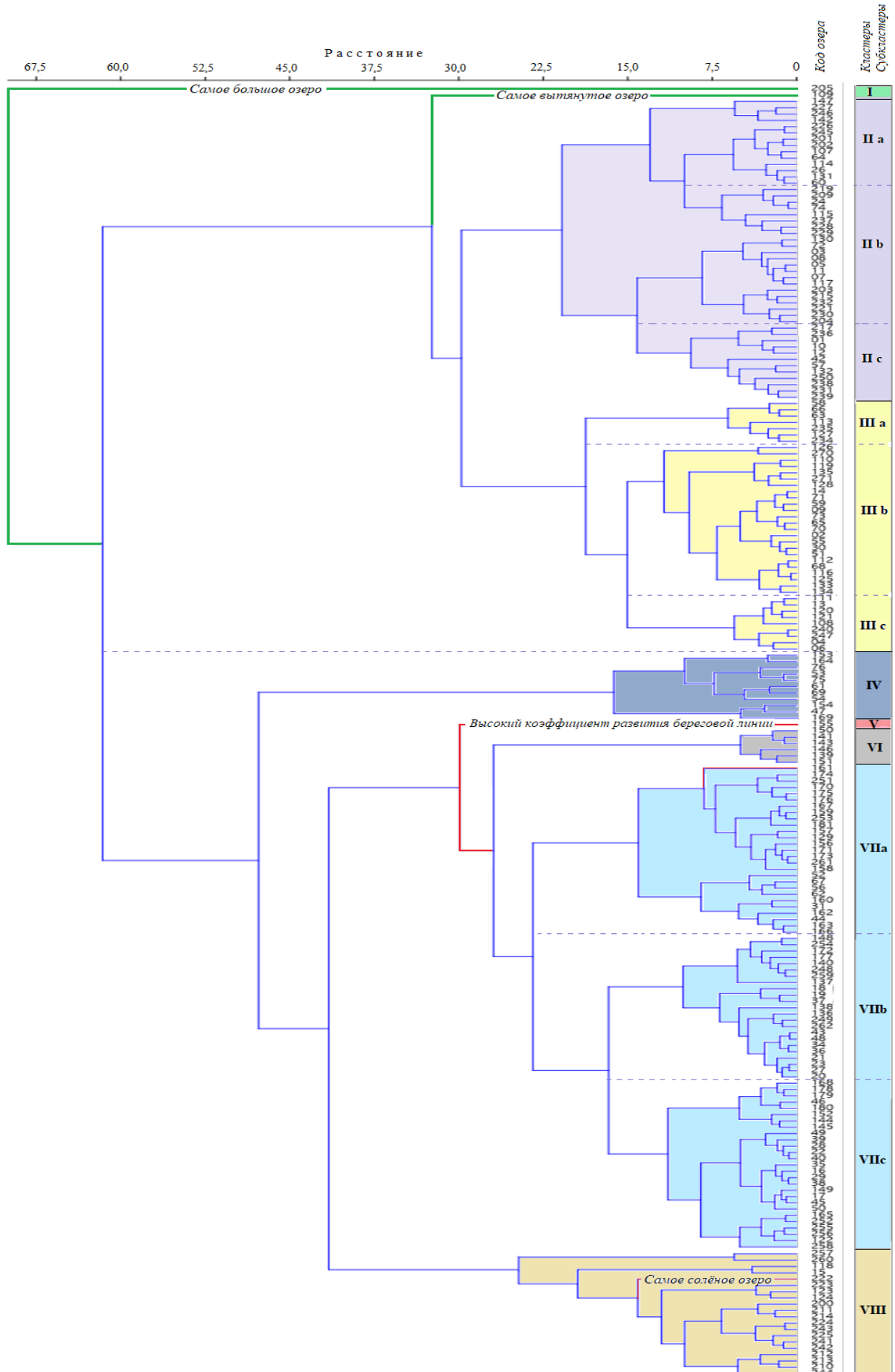


Рис. 5. Дендрограмма разделения 205 разнотипных озёр на кластеры (методом Варда)

Эти закономерности могут быть следствием повышения активности термокарстовых процессов в исследуемом районе.

Корреляционный анализ показал, что с увеличением географических координат широты расположения водно-эрозионных и эрозионно-термокарстовых озёр, их общая минерализация, концентрации натрия, калия и хлоридов растут, в то время как доля кальция снижается (рис. 6).

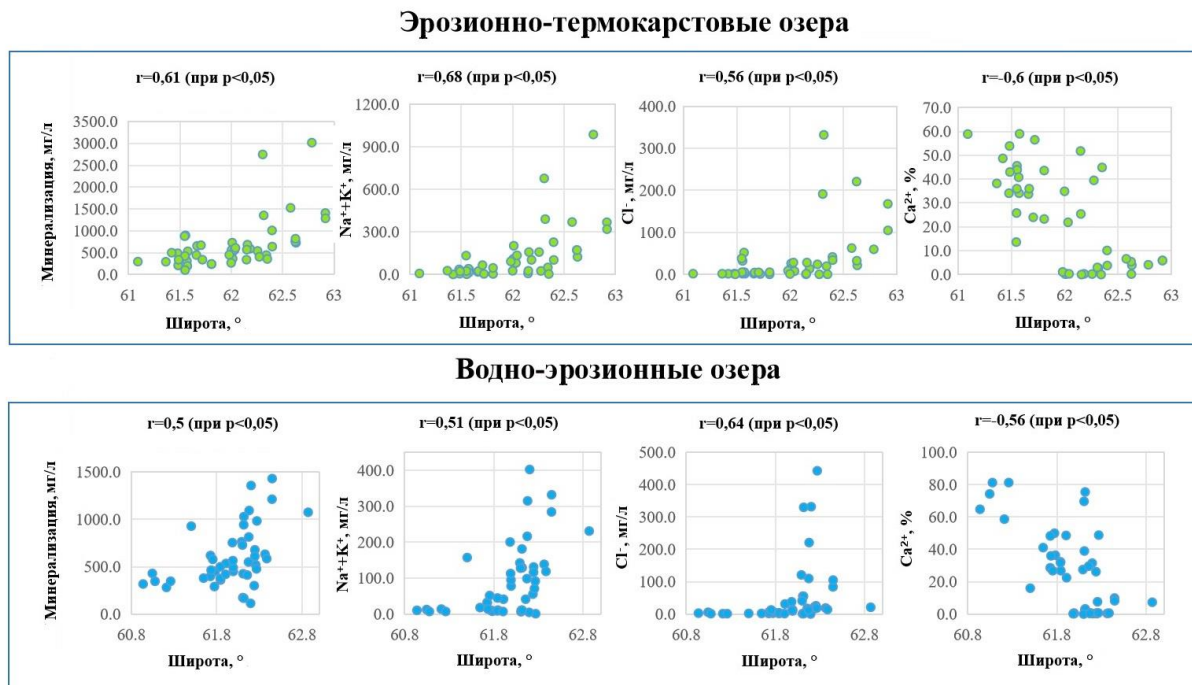


Рис. 6. Взаимные связи характеристик местоположения (ось ОХ) и ряда параметров (ось ОУ) озёр

Подобные закономерности были выявлены ранее для озёр севера Якутии (Городничев, 2015; Левина, 2023). Там минерализация и концентрации главных ионов, растворённых в воде, изменялись в зависимости от коэффициента увлажнённости территории, который определяется соотношением количества атмосферных осадков и испаряемости. В зоне влияния аласов (Лено-Амгинского междуречья) изменение указанных химических параметров воды в эрозионно-термокарстовых и водно-эрозионных озёрах происходит аналогично. Это подтверждается возрастающей сухостью климата, которая значительно усиливается с юга на север в местах расположения исследованных озёр (Атлас сельского..., 1989).

В ГЛАВЕ 5 «Оценка качества озёрных вод Лено-Амгинского междуречья» проводится анализ состояния озёрных вод, рассматриваются особенности водопользования в улусах Лено-Амгинского междуречья, качество воды в магистральном водоводе Лена – Туора-Кюель и основные проблемы, связанные с загрязнением водоёмов.

Раздел 5.1 «Социально-экономические условия и особенности водопользования районов Лено-Амгинского междуречья».

Республика Саха (Якутия) является обширной территорией, на которой расположены сельские районы, отличающимися такими характеристиками, как географические, климатические и почвенные условия, транспортная доступность, расположение населённых пунктов и сельскохозяйственная специализация. На основе указанных характеристик была создана система пространственного зонирования, которая делит регион на шесть природно-

экономических зон: Заречную, Центральную, Западную, Горнотаежную, Среднеленскую и Арктическую. (Система..., 2021).

Заречная часть Якутии представляет собой один из самых развитых сельскохозяйственных регионов республики. Благодаря выгодному географическому положению, близости к столице, хорошо развитой транспортной инфраструктуре и сравнительно высокой плотности населения этот район выделяется на фоне других улусов (районов). В состав этой зоны входят пять районов: Амгинский, Мегино-Кангаласский, Таттинский, Усть-Алданский и Чурапчинский. Общая площадь этих районов составляет около 91 000 км². Они расположены в Лено-Амгинском междуречье и включают 96 сельских населенных пунктов и один поселок городского типа. Здесь наиболее значимыми отраслями сельского хозяйства являются мясо-молочное животноводство, коневодство и овощеводство. По сравнению с другими зонами, здесь наблюдается высокий процент крупного рогатого скота (45%) и лошадей (40%). Информация об источниках водоснабжения, используемых в административных центрах и крупных населенных пунктах Лено-Амгинского междуречья, приведена в **таблице 2**.

Таблица 2. Сведения об источниках водоснабжения в населенных пунктах Лено-Амгинского междуречья по данным программы «Чистая вода» (2010)

Улус (район)	Административный центр крупного населённого пункта	Существующий источник водоснабжения
Амгинский	с. Амга	ПВР*Амга
Мегино-Кангаласский	с. Майя	ОВ, ПИВ
	пгт. Нижний Бестях	ПВР Лена, ОВ
Таттинский	с. Ытык-Кюель	ПВР Татта, ОВ, ПИВ
Усть-Алданский	с. Борогонцы	ПВВ, ПИВ
	с. Дюпся	ОВ
	с. Кептени	ОВ
Чурапчинский	с. Огородтах	ПВР Лена
	с. Чурапча	ОВ

Примечание. ПВР – поверхностные воды реки, ОВ – озёрные воды, ПИВ – подземные источники воды (озёрные талики), ПВВ – поверхностные воды водохранилищ.

В улусах Лено-Амгинского междуречья озёра являются источником питьевой воды для местного населения. Однако развитое животноводство приводит к загрязнению водоёмов органическими стоками, что способствует эвтрофикации. В результате все озёра в этих районах характеризуются низким качеством питьевой воды.

В Лено-Амгинском междуречье основным источником водоснабжения населённых пунктов обычно служат поверхностные водоёмы. Например, в Чурапчинском улусе и в некоторых населённых пунктах Усть-Алданского, Мегино-Кангаласского, Таттинского и Амгинского улусов воду берут из озёр. Однако в районных центрах, таких как Нижний Бестях, наиболее распространённой системой водоснабжения является забор воды непосредственно из центрального отопления. Для обеспечения потребностей в водоснабжении и отоплении вода поверхностных и подземных источников доставляется транспортными средствами. К сёлам, где водоснабжение реализуется таким образом, относятся Чурапча, Майя и Борогонцы.

В Центральной Якутии жители сельских районов на протяжении многих веков использовали лёд из близлежащих озёр для хозяйственных и питьевых нужд. Этот традиционный метод до сих пор активно используется в регионе. Жители сельских поселений в осенне-зимний период самостоятельно заготавливают озёрный лёд, который затем хранится

в специализированных подземных хранилищах (булусах) и используется в течение всего календарного года.

Раздел 5.2 «Оценка качества воды магистрального водовода «Лена–Туора-Кюель».

В 2000 году для улучшения водоснабжения населения Лено-Амгинского междуречья были возведены два крупных водовода: Лена – Мюрю и Лена – Туора-Кюель. В 2004 году автор принял участие в исследовании физико-химических свойств воды в 12 водных объектах, расположенных вдоль водовода Лена – Туора-Кюель. В этот список вошли: река Лена (правый берег у села Хаптагай), озёра-водохранилища (Мундулаах, Тэппэ, Табага, Верхний Бютейдях, Кэтит-Кюель, Лампа и Моголлой) и озёра (Юрюнг-Кюель, Дирин, Чычаас и Чурапча). В результате проведённых исследований было установлено, что минерализация воды в исследуемых водных объектах варьировала в пределах от 84 до 730 мг/л. Общая жёсткость воды изменялась от 1,32 (очень мягкая) до 7,16°Ж (жёсткая). Уровень рН колебался от 7,3 (нейтральная) до 8,2 (слабощелочная). В воде преобладали гидрокарбонаты, а основные катионы образовывали различные сочетания. Анализ воды показал превышение предельно допустимых концентраций водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДКвр), следующих показателей: фосфаты – более 1 ПДКвр; общее железо – до 3,8 ПДКвр; нитриты и аммонийный азот – более 1 ПДКвр. По уровню загрязнения аммонийным азотом большинство водных объектов (67 %) были отнесены к категории загрязнённых.

После запуска магистрального водовода Лена – Туора-Кюель в 2002, 2004, 2010 и 2017 годах при участии автора диссертационной работы были проведены мониторинговые исследования ряда озёр, получающих воду из гидротехнического сооружения в Чурапчинском улусе (Кэтит-Кюель, Юрюнг-Кюель, Дирин, Чычаас и Лампа), свидетельствующие о значительном варьировании основных показателей химического состава воды (минерализации, общей жёсткости, рН и главных ионов).

Раздел 5.3 «Основные проблемы использования и загрязнения озёр, основанные на комплексной оценке состояния их экосистем».

Обзор состояния инженерно-технических сооружений района исследований позволил выявить их несоответствие установленным строительным нормам и правилам, что приводит к ухудшению качества воды поверхностных водных объектов Лено-Амгинского междуречья.

В последние годы муниципальные образования активно занимаются решением проблемы загрязнения водисточников. В рамках этой деятельности они реализуют проекты по очистке сточных вод, что позволяет значительно улучшить качество воды. Одним из примеров является станция биологической очистки сточных вод, которая будет запущена в селе Амга в 2025 году. Также в населенных пунктах функционируют станции розлива бутилированной воды, что способствует повышению уровня комфорта для жителей и улучшению экологической обстановки.

ВЫВОДЫ

Лено-Амгинское междуречье – обособленная часть Центрально-Якутской равнины, условные границы которой расположены близ рек Лена (на западе), Амга (на востоке), Алдан (на севере) и отрогов кряжа Селлякаит-Селля (на юге). Территория характеризуется большим разнообразием форм рельефа и ландшафтов, связанных с наличием многолетней мерзлоты сплошного распространения, развитием термокарстовых процессов и обилием малых озёр.

Исследуемые озёра отнесены к 4 генетическим типам (термокарстовые, эрозионно-термокарстовые, водно-эрозионные и тукулановые). Большинство котловин исследованных озёр имеют термокарстовое происхождение (41 %). Изучение особенностей функционирования гидротехнических сооружений и их влияния на водный режим озёр позволили выделить 2 новых типа: термокарстово-антропогенные и эрозионно-термокарстово-антропогенные.

Площадь водосборного бассейна озёр варьирует от 0,01 до 138 км², 86% обследованных водоёмов имеет водосбор <5 км². По площади зеркала преобладают «маленькие» (44%) и «малые» озёра (40 %). 71 % озёр имеет «очень малую глубину». Форма котловин варьирует от округлой (12 %) до удлинённой (69 %). Преобладают озёра со слабоизрезанной береговой линией (67 %).

Вода озёр характеризуется очень низкой (89 % озёр) и низкой (11 %) прозрачностью. рН варьирует от 5,5 до 10,5, и для большинства озёр (82 %) он – нейтральный или слабощелочной. Минерализация варьирует от 103 до 5033,3 мг/л. Большинство водоёмов обладают пресной (36 %) и повышенно-минерализованной (41 %), мягкой (58 %) и среднежёсткой (33 %) водой с преобладанием гидрокарбонатов (98 % озёр) и натрия (в 45 % случаев). Общая минерализация (21 % озёр) и рН (18 %) имеют отклонения от нормативов качества воды.

По значениям гидрохимических и морфометрических характеристик озёра подразделены на несколько групп, объединяющих схожие водоёмы. Установлены водные объекты, которые не объединены в кластеры схожих водоёмов или выделяются в таких группах, что объясняется повышенными значениями их характеристик и служит основанием для отнесения таких водных объектов к категории уникальных озёр. К таким озёрам относятся Мюрю, Усун-Кюель, Огус-Харага, Тымпы-Баса и Чонтохой.

Озёра с большей площадью водосбора имеют более развитую береговую линию, крупные размеры и сложные формы зеркала. Изменения их местоположения, особенно географической широты, сопровождаются значительными изменениями в химическом составе воды. С увеличением широты расположения водно-эрозионных и эрозионно-термокарстовых озёр повышается общая минерализация, концентрации натрия, калия и хлоридов, а также снижается содержание кальция.

По мере продвижения на север, в пределах происходит увеличение площади зеркала, максимальной глубины и степени изрезанности термокарстово-антропогенных озёр. Одновременно с этим наблюдается снижение общей жёсткости, концентрации кальция и доли сульфатов, что может быть связано с активизацией термокарстовых процессов.

В воде озёр и озёр-водохранилищ, находящихся под воздействием водотока Лена – Туора-Кюель, установлены превышения ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения по фосфатам (>1 ПДК), общему железу (до 3,8 ПДК), нитритам и аммонии (>1 ПДК).

III. СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ

1. Ушницкая, Л. А. Морфометрические и гидрохимические характеристики озер сельских поселений Усть-Алданского района (Центральная Якутия) / Л. А. Ушницкая, Р. М. Городничев, Л. А. Пестрякова // Региональные геосистемы. – 2021. – Т. 45, № 2. – С. 214–226. (13/6 п.л.).
2. Ушницкая, Л. А. Морфологическая и генетическая изменчивость симпатрических сигов комплекса *Coregonus lavaretus pidschian* из оз. Кутарамакан Хантайской гидросистемы (п-ов Таймыр) / Н. А. Бочкарёв, Е. И. Зуйкова, В. И. Романов, И. А. Черданцев, О. А. Беглецов, Е. С. Захаров, Л. А. Ушницкая, Н. Н. Осипова, Л. А. Пестрякова // Генетика. – 2020. – Т. 56, № 5. – С. 571–583. (13/2 п.л.).
3. Ушницкая, Л. А. Морфометрические параметры разнотипных озер Севера Якутии / Р. М. Городничев, С. Н. Левина, Л. А. Ушницкая, П. В. Давыдова, Л. А. Пестрякова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 1. – С. 18–25. (8/1,5 п.л.).
4. Ушницкая, Л. А. Качество воды озер Севера Якутии (установленное на основе диатомового анализа) / Р. М. Городничев, Л. А. Пестрякова, И. М. Перепелица, И. В. Ядрихинский, Л. А. Ушницкая, С. Н. Левина, П. В. Давыдова // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 2. – С. 70–75. (5/0,7 п.л.).
5. Ушницкая, Л. А. Физико-химические особенности воды полигональных водоемов ресурсного резервата «Кыталык» (бассейн реки Индигирки) / С. Н. Левина, И. В. Ядрихинский, Р. М. Городничев, П. В. Давыдова, Л. А. Пестрякова, И. М. Перепелица, Л. А. Ушницкая // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 9. – С. 64–71. (9/1,5 п.л.).
6. Ушницкая, Л. А. Морфометрическая характеристика озер Лено-Амгинского междуречья / Л. А. Ушницкая, Л. А. Пестрякова, Д. А. Субетто, Е. И. Троева // Наука и образование. – 2014. – № 4 (76). – С. 71–76. (6/2 п.л.).
7. Ушницкая, Л. А. Структурные показатели зоопланктонных сообществ разнотипных водоемов дельты р. Лены / Г. Р. Нигаматзянова, Л. А. Фролова, Л. А. Ушницкая // Наука и образование. – 2014. – № 4 (76). – С. 79–83. (5/1,5 п.л.).
8. Ушницкая, Л. А. Размерно-возрастной состав и основные компоненты питания сига *Coregonus lavaretuspidschian* (Gmelin, 1789) оз. Большое Токко / Н. М. Соломонов, И. Г. Собакина, Д. С. Филиппова, Л. А. Ушницкая // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 1. – С. 262–265. (4/0,5 п.л.).
9. Ушницкая, Л. А. Водоемы п-ова Фаддеевский (новосибирские о-ва) / Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая, Л. А. Пестрякова // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 8. – С. 43. (1/0,3 п.л.).
10. Ушницкая, Л. А. Морфометрические и гидрохимические особенности водно-эрозионных озер северных рек Якутии / Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая, И. В. Ядрихинский, И. М. Спиридонова, А. И. Колмогоров, Л. А. Фролова, Л. А. Пестрякова // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. – 2014. – Т. 11, № 6. – С. 30–37. (7/1 п.л.).
11. Ушницкая, Л. А. Анализ рецентных остатков ветвистоусых ракообразных (cladocera, wpancniopoda) поверхностных донных отложений ряда водоемов Якутии / Л. А. Фролова, Л. И. Гафиатуллина, С. Веттерих, Л. А. Ушницкая // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. – 2014. – Т. 11, № 6. – С. 38–41. (п.л.).
12. Ушницкая, Л. А. Изучение питания доминирующих видов рыб в нижнем течении р. Колымы / Е. А. Федорова, Д. С. Филиппова, Е. В. Иванов, И. Г. Собакина, Л. А. Ушницкая, Н. М. Соломонов, В. А. Соколова // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 265–268. (п.л.).
13. Ушницкая, Л. А. Роль бентосных биоиндикаторов в палеоклиматических исследованиях в Якутии / Л. Б. Назарова, Л. А. Ушницкая, Л. А. Пестрякова, Л. А. Фролова // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 3. – С. 57–61. (5/1 п.л.).

14. **Ушницкая, Л. А.** Экологическая оценка состояния озер Лено-Амгинского междуречья / М. И. Ксенофонтова, Л. А. Ушницкая // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 2. – С. 12–14. (3/1,5 п.л.).

Статьи в журналах, индексируемых в международных базах «Web of Science» и «Scopus»

15. **Ushnitskaya, L. A.** Late Glacial and Holocene vegetation and lake changes in SW Yakutia, Siberia, inferred from sedaDNA, pollen, and XRF data / Baisheva, I., Biskaborn, B. K., Stoof-Leichsenring, K. R., Andreev, A., Heim, B., Meucci, S., Ushnitskaya, L. A., Zakharov, E. S., Dietze, E., Glückler, R., Pestryakova, L. A., Herzsuh, U. // *Frontiers in Earth Science*. – 2024. – Vol. 12. – P. 1354284. (25/2 п.л.).

16. **Ushnitskaya, L. A.** Intraspecific structure of the coregonus lavaretus complex in water bodies of siberia: A case of postglacial allopatric origin of yukagirian whitefish / Bochkarev, N. A., Zuykova, E. I., Solovyev, M. M., Pestryakova, L. A., Ushnitskaya, L. A., Zakharov, E. S., Politov, D. V., Andreev, K. B. // *Canadian Journal of Zoology*. – 2021. – Vol. 99, № 12. – P. 1040–1053. (13/1,5 п.л.).

17. **Ushnitskaya, L. A.** Chironomids (Diptera: Chironomidae) in lakes of central Yakutia and their indicative potential for paleoclimatic research / Nazarova, L. B., Pestryakova, L. A., Ushnitskaya, L. A., Hubberten, H. W. // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2008. – Vol. 1, № 3. – P. 335–345. (11/2 п.л.).

Статьи, опубликованные в других изданиях

1. **Ушницкая, Л. А.** Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены / А. Ф. Кириллов, В. В. Ходулов, И. Б. Книжин и др.; [отв. ред. канд. биол. наук И. Б. Книжин]. – Якутск : Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 176 с. (176/9 п.л.).

2. **Ушницкая, Л. А.** Особенности морфометрических и гидрохимических параметров водно-эрозионных озер северной части Якутии / Р. М. Городничев, И. В. Ядрихинский, Л. А. Ушницкая, И. М. Спиридонова, А. И. Колмогоров, Л. А. Фролова, Л. А. Пестрякова – [Текст : электронный] // *Международный студенческий научный вестник*. – 2015. – URL <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/16375.pdf>. (3/0,3 п.л.).

3. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Морфометрические и гидрохимические параметры термокарстовых (полигональных) водоемов бассейнов рек северной части Якутии и Новосибирских островов» / И. В. Ядрихинский, Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая, Д. А. Субетто, Л. А. Фролова // *Палеолимнология Северной Евразии. Опыт, методология, современное состояние : Proceedings of the International Conference. North-Eastern Federal University, Russian Academy of Sciences*. – 2016. – С. 160–162. (3/0,5 п.л.).

4. **Ушницкая, Л. А.** Степень загрязненности воды озёр Севера Якутии (установленная основе диатомового анализа) / Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Перепелица И.М., Давыдова П.В., Левина С.Н., Ушницкая Л.А., Ядрихинский И.В. // *Вестник современных исследований*. – 2018. – № – С. 84–87. (3/0,5 п.л.).

5. **Ushnitskaya, L. A.** Databases of the northern lakes as a basis for ecological aims / Pestryakova L.A., Gorodnichev R.M., Ushnitskaya L.A., Levina S. N., Frolova L.A., Subetto D.A. // *Paleolimnology of Northern Eurasia: experience, methodology, current status and young scientists school in microscopy skills in paleolimnology : Proceedings of the 3rd International Conference, Kazan, 01–04 октября 2018 года*. – Kazan: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2018. – P. 59–61. (3/0,4 п.л.).

6. **Ушницкая, Л. А.** Качество воды озерных экосистем севера Якутии (по результатам диатомового анализа) / Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Перепелица И.М // *География: развитие науки и образования: Коллективная монография по материалам Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90 -летию со дня рождения В.С. Жекулина, Санкт-Петербург, 18–21 апреля 2019 года. Том 1*. – Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий "Астерион", Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2019. – С. 358–362. (11/2 п.л.).

7. **Ушницкая, Л. А.** К морфометрии озёр верховья реки Татта / Эверстов Н.В., Ушницкая Л.А., Городничев Р.М., Пестрякова Л.А. // В сборнике: *Молодая мысль: наука, технологии, инновации. Материалы XII (XVIII) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых*. Братск, 2020. – С. 152–155. (4/1 п.л.).

8. **Ушницкая, Л. А.** Морфометрический и гидрохимические параметры озёр Намского улуса (Центральная Якутии) / Ушницкая Л.А., Городничев Р.М. // В сборнике: *Лучшая исследовательская*

работа 2022. Сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза, 2022. С. 269-275. (7/4 п.л.).

9. **Ушницкая, Л. А.** Меры по охране восстановления состояния озёр Якутии / Городничев Р.М., Ушницкая Л.А., Левина С.Н., Давыдова П.В. // В сборнике: Наука и образование: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. – С. 247-249. (3/0,7 п.л.).

Перечень результатов интеллектуальной деятельности

1. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Озера Центральной Якутии» / Л. А. Пестрякова, Л. А. Ушницкая, Д. А. Субетто, И. И. Жирков // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2014621709; заявл. 20.10.2014 : опубл. 20.01.2015; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

2. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Диатомовые комплексы, морфометрические и гидрохимические параметры озер бассейнов крупных рек северной части Якутии» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2015620921; заявл. 20.04.2015 : опубл. : 20.07.2015; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

3. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Морфометрические и гидрохимические параметры термокарстовых водоемов бассейнов рек северной части Якутии и Новосибирских островов» / Л. А. Пестрякова, И. В. Ядрихинский, Р. М. Городничев, Л.А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2016620825; заявл. 04.05.2016 : опубл. 21.06.2016; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

4. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Диатомовые водоросли бассейна реки Анабар» / Л. А. Пестрякова, П. В. Давыдова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2017621008; заявл. 11.07.2017 : опубл. 07.09.2017; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

5. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Разнообразие диатомовых водорослей термокарстовых водоемов бассейна р. Колымы» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, И. М. Перепелица, Л.А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2018621266; заявл. 29.06.2018 : опубл. 13.08.2018 правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

6. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Разнообразие водорослей отдела Bacillariophyta термокарстовых водоемов бассейна р. Индигирки» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, И. М. Перепелица, Л.А. Ушницкая [и др.] / Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2018621972; заявл. 30.11.2018 : опубл. 06.12.2018; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

7. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Морфометрические параметры озер территории тундры бассейна р. Хатанги» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2019621809; заявл. 20.09.2019 : опубл. 18.10.2019; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

8. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Физико-химические параметры воды озерных экосистем лесотундры бассейна р. Хатанги» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2019621462; заявл. 06.08.2019 : опубл. 15.08.2019; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

9. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Физико-химические характеристики воды озер территории тундры бассейна р. Хатанги» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2019621724; заявл. 30.09.2019 : опубл. 08.10.2019; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

10. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Таксономический состав диатомовых водорослей класса Fragilariophyceae арктических озер бассейна реки Лены» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2020621184;

заявл. 03.07.2020 : опубл. 10.07.2020; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

11. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Bacillariophyta класса Mediophyceae арктических озер бассейна реки Лены» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2020622832; заявл. 18.12.2020 : опубл. 20.12.2020; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

12. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Диатомовые водоросли класса Coscinodiscophyceae арктических озер бассейна реки Лена» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2020622784; заявл. 18.12.2020 : опубл. 23.12.2020; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

13. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Диатомовые водоросли класса Bacillariophyceae арктических озер бассейна реки Лены» / Л. А. Пестрякова, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2021621103; заявл. 12.05.2021 : опубл. 27.05.2021; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

14. **Ушницкая, Л. А.** База данных «Диатомовые водоросли озер бассейна реки Амгуэма» / П. В. Давыдова, Л. А. Пестрякова, Е. С. Захаров, Р. М. Городничев, Л. А. Ушницкая [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2022622084; заявл. 04.08.2022 : опубл. 18.08.2022; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

15. **Ушницкая, Л. А.** Патент «Отборник кернов донных отложений водоемов» / Р. М. Городничев, Л. А. Пестрякова, Л. А. Ушницкая [и др.] // Патент на полезную модель РФ № 220836. МПК G01N 1/04 (2006.01): № 2023118267 : заявл. 11.07.2022 : опубл. 05.10.2023, бюл. № 28; правообладатель: ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова».

16. **Ushnitskaya, L. A.** Biogeochemical and palynological data from Lake Khamra, SW Yakutia. Baisheva, I.; Biskaborn, B. K.; Stoof-Leichsenring, K. R ; Andreev, A. A.; Meucci, S.; Lu, Y.; Heim, B.; Kahl, J.; Ushnitskaya, L. A.; Davydova, P. V.; Zakharov, E. S.; Pestryakova, L. A.; Dietze, E.; Herzsuh, U. (2024) : PANGAEA, <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.963238>.

17. **Ushnitskaya, L. A.** Radiocarbon age dating of bulk sediments from sediment core EN20001 from Lake Khamra [dataset]. Biskaborn, Boris K; Baisheva, Izabella; Stoof-Leichsenring, Kathleen Rosmarie; Andreev, Andrei A; Meucci, Stefano; Lu, Yang; Heim, Birgit; Kahl, Jan; Ushnitskaya, Lena A; Davydova, Paraskovya V; Zakharov, Evgenii S; Pestryakova, Luidmila A; Dietze, Elisabeth; Herzsuh, Ulrike. (2024): PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.963239>.

18. **Ushnitskaya, L. A.** Element composition of the sediment core EN20001 from Lake Khamra [dataset]. Biskaborn, Boris K; Baisheva, Izabella; Stoof-Leichsenring, Kathleen Rosmarie; Andreev, Andrei A; Meucci, Stefano; Lu, Yang; Heim, Birgit; Ushnitskaya, Lena A; Davydova, Paraskovya V; Zakharov, Evgenii S; Pestryakova, Luidmila A; Dietze, Elisabeth; Herzsuh, Ulrike. (2024): PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.963240>.

19. **Ushnitskaya, L. A.** Total organic carbon and total nitrogen of the sediment core EN20001 from Lake Khamra [dataset]. Stoof-Leichsenring, Kathleen Rosmarie; Baisheva, Izabella; Biskaborn, Boris K; Andreev, Andrei A; Meucci, Stefano; Lu, Yang; Heim, Birgit; Ushnitskaya, Lena A; Davydova, Paraskovya V; Zakharov, Evgenii S; Pestryakova, Luidmila A; Dietze, Elisabeth; Herzsuh, Ulrike. (2024): PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.963241>.

20. **Ushnitskaya, L. A.** Pollen and non-pollen palynomorphs of the sediment core EN20001 from Lake Khamra [dataset]. Andreev, Andrei A; Baisheva, Izabella; Biskaborn, Boris K; Stoof-Leichsenring, Kathleen Rosmarie; Meucci, Stefano; Lu, Yang; Heim, Birgit; Ushnitskaya, Lena A; Davydova, Paraskovya V; Zakharov, Evgenii S; Pestryakova, Luidmila A; Dietze, Elisabeth; Herzsuh, Ulrike. (2024): PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.963242>.

Ушницкая Лена Алексеевна

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЁР ЛЕНО-
АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Подписано в печать __.10.2024 г.
Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 1,5
Тираж 100 экз. Заказ № ____

Издательство и типография ФГБУН Институт мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН.
677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36,
ИМЗ СО РАН