



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский институт географии
Дальневосточного отделения Российской академии наук



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт географии им. В.Б. Сочавы
Сибирского отделения Российской академии наук



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
Дальневосточный федеральный университет



Всероссийская общественная организация
«Русское географическое общество»



РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*К 50-летию организации Научно-экспедиционной базы ТИГ ДВО РАН «Смычка»
и 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева*

Владивосток–Смычка
2022

УДК 911.2

Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2022. 181 с.

Сборник тезисов докладов Научной конференции «РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ», приурочен к 50-летию организации Научно-экспедиционной базы ТИГ ДВО РАН «Смычка» и 150-летию со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева.

На Научной конференции рассмотрены следующие ключевые проблемы и перспективы развития стационарных географических исследований:

- История становления стационарных географических исследований в России;
- Современные теоретико-методологические основания, цели и перспективные направления развития долговременных стационарных исследований;
- Перспективные технологии стационарных экспериментальных наблюдений и обработки данных;
- Роль стационарных географических исследований в изучении причин и следствий локальных, региональных и глобальных изменений в окружающей среде;
- Проблемы организации междисциплинарных стационарных исследований: организационные формы, международный опыт и результаты;
- Роль стационарных географических исследований в системе мониторинга окружающей среды и формировании «зеленой экономики» в регионах.

Утверждено к изданию Ученым советом Тихоокеанского института географии ДВО РАН

ПРОВЕДЕНИЕ СТУДЕНЧЕСКИХ ПРАКТИК НА НАУЧНЫХ СТАЦИОНАРАХ – ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ СБОРА МОНИТОРИНГОВЫХ ДАННЫХ

Н.А.Алексеевко, Е.А.Балдина

МГУ имени М.В.Ломоносова

Аннотация. В статье излагается опыт проведения учебных практик студентов 2 курса кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в т.ч. и на Научно-экспедиционной станции «Смычка». Указывается на то, что без сотрудничества и обоюдного интереса проведение практик на научных стационарах теряет практический смысл. Приводятся примеры проделанных работ. Очерчиваются варианты использования полученных полевых данных в дальнейших научных исследованиях.

Ключевые слова. Научно-экспедиционная база, мониторинговые наблюдения, учебная практика

EDUCATIONAL STUDENTS' PRACTICE AT SCIENTIFIC EXPEDITION STATIONS AS A WAY OF MONITORING DATA COLLECTING

N.A.Alekseenko, E.A.Baldina

Lomonosov Moscow State university

Abstract. The article describes the experience of educational practice of the 2nd year students of the Department of Cartography and Geoinformatics of the MSU Faculty of Geography, including the practice at the Smychka scientific-expeditionary station. It is pointed out that without cooperation and mutual interest, the practice at scientific stations loses its practical meaning. Examples of the works done are given. The variants of using the obtained field data for further scientific researches are outlined.

Key words. Scientific expedition station, monitoring observations, educational practice

Роль научных стационаров в изучении природы и ее взаимодействия с человеком сложно переоценить. Не хочется верить, что эта форма научного познания мира пережила свой расцвет и теряет позиции из-за сложностей, в первую очередь, с материальным обеспечением. Надеемся, что их ждут лучшие времена. Видятся разные пути решения. И один из них - проведение студенческих учебных практик на научных стационарах.

Руководители практики студентов, как правило, имеют большой опыт проведения полевых работ, поэтому при её организации выдвигаются условия и ставятся задачи, близкие не к учебным, а к производственным: они предполагают создание материалов, имеющих реальное практическое значение, востребованных специалистами, выполняющих исследования на местах проведения практик. Одна из педагогических задач руководства практикой — развитие мыслительной и творческой деятельности студента, поэтому при разработке заданий руководствуются двумя принципами: личное участие студентов на всех этапах работ и их научная или практическая заинтересованность в результатах. Это значит, что студенты должны самостоятельно собрать данные, вникнув в поставленную задачу, обработать их и выдать результат в виде того или иного научного произведения.

Кафедра картографии и геоинформатики географического факультета МГУ уже три раза – в 2017, 2021 и 2022 гг. проводила практику по полевому тематическому дешифрированию на Научно-экспедиционной станции ТИГ ДВО РАН «Смычка». Надо отметить, что помимо стандартных задач, входящих в программу практики и решаемых на любой территории, перед студентами и их руководителями руководство Института ставило и локальные задачи. Таковой в 2017 г. была съемка ветровала в Васьковской пади, а в 2021 г. съемка и изучение

сукцессии на гари 2019 г. Каждый раз (кроме 2022 г., когда был сокращен полевой этап) студенты встречаются с руководством ТИГ ДВО РАН. В 2017 г. была проведена встреча в Институте с руководством, в т.ч. с директором, к.г.н. В.В.Ермошиным, организована экскурсия по лабораториям, много времени студенты провели в информационно-картографическом центре, знакомясь с проектами и достижениями дальневосточных ученых-картографов, затем работали в библиотеке, фотографируя материалы, касающиеся территории исследования, тем самым начав формирование массива литературных источников для последующих поколений практикантов. В 2021 г. Директор Института к.г.н. К.С.Ганзей приезжал во время практики на Научно-экспедиционную станцию «Смычка», где выступил перед студентами, рассказав о задачах, стоящих и решаемых ТИГ ДВО РАН, об истории и перспективах исследований в районе базы. Московские студенты постоянно ощущают руководящую роль и заботу ТИГ ДВО РАН.

Целью проводимой учебной практики является овладение навыками полевого тематического дешифрирования с применением данных дистанционного зондирования посредством освоения основных методических и технологических приемов и обучения работе с полевыми приборами новейшего поколения.

Наиболее физиономичный элемент геосистемы — растительный покров, поэтому именно он и становится объектом для изучения и закрепления основ тематического дешифрирования. Основными материалами для проведения работ являются космические снимки и данные съемки БПЛА, проведенной в 2017, 2021, 2022 гг. Территория, изучаемая в ходе практики, невелика, она ограничена пешей доступностью: кекуры «Белая церковь», Зеркальная падь, свинцово-плавильный завод и автобусными маршрутами до Дальнегорска с изучением окрестностей (Николаевская пещера, Верхний рудник, карьер ГОК «Бор») и поселка Терней.

Помимо обзорных космических снимков, дающих возможность получить общее представление о картографируемой территории, изучаются и детальные, необходимые для дешифрирования ключевых участков. Снимки первой категории (со спутников Landsat 5, 7, 8, 9) могут быть получены из открытых источников. Космические снимки очень высокого и сверхвысокого пространственного разрешения свободно не распространяются. Такие снимки (например, со спутников SPOT и GeoEye) для проведения практики по дешифрированию предоставляет ЦКП «Геопортал» МГУ и лаборатория картографии и дистанционных методов ИГ РАН. Надо отметить, что по возможности во время практики используются данные самых новых съёмочных систем. Например, на практике 2017 г. использовались снимки со спутника Sentinel-2B, в 2022 г. — Planet's SuperDove. Помимо космических снимков, в качестве важных вспомогательных источников информации используются цифровые модели местности (в 2021 г. — SRTM, в 2022 г. — AW3D, созданная по данным Prism/ALOS), топографические карты, литературные источники.

Результатом практики каждый год становятся тематические карты (растительности и использования земель) разного охвата и масштаба. Для того чтобы составить карты, изучаются снимки, в основном, разных сезонов, годы съемки практически не имеют значения (за исключением исследования гарей). На первом этапе создается предварительная схема дешифрирования. Далее в течение всей практики на основе полевых обследований местности происходит её уточнение. Задача студентов — составить в ходе полевых работ описание всех выделенных на предварительной схеме дешифрирования растительных сообществ. Полевые маршруты, в которых студенты изучают дифференциацию растительного покрова, его приуроченность к формам рельефа и водным объектам, формируют у студентов представление о характере природных границ и их изображении на снимках, об оптической генерализации и сезонных различиях состояния местности, о надёжности и точности извлечения информации с космических снимков, что необходимо для их квалифицированного использования при создании тематических карт.

Полевые характеристики точки проводятся по определенной форме – сокращенному геоботаническому описанию с фиксацией положения в рельефе, составом каждого яруса (для древесного – формула древостоя и сомкнутость крон, для подлеска и травянистого покрова – основные виды), наличием/отсутствием мохово-лишайникового покрова, делаются особые отметки о выходах скальных пород, антропогенной нарушенности, следах пожара, состоянии растительности (что очень важно именно для этой территории при изучении ее по снимкам – порослевые побеги или одноствольный подрост, толщина ствола, размер кроны). Для каждой точки с помощью GPS-приемника фиксируются координаты. Все описания ежедневно вечером переводятся в электронный текстовый вид. Именно эти описания могут являться вкладом в мониторинговые наблюдения на Научно-экспедиционной станции «Смычка». Дальнейшая интерпретация точек наблюдений проводится под влиянием индивидуальных знаний и опыта студентов, а геоботанические описания – первичный координатно-привязанный материал, полученный после сдачи зачета по ботанике.

Составленные за время проведения практик карты растительности показали как основные закономерности ее распределения, так и разные этапы сукцессионных процессов. Карта самого мелкого масштаба (1:175 000) разработана на основе полевых наблюдений с выездами на автотранспорте, анализа снимков и результатов их обработки. Для лесопокрытых территорий показана растительность древесного яруса и подлеска, травянистый в силу его дробности решено не наносить на карту этого масштаба. Всего в легенде карты решено было выделить 14 типов растительности (включая луга, кустарниковые заросли, растительность скал, гари).

Большую часть территории в пределах обследованной для создания этой карты территории занимают дубовые леса с подлеском из рододендрона (80%), однако прибрежные территории заняты другими типами сообществ, где преобладают специфические приморские растения. Это может говорить о существенном климатическом влиянии моря. Площадь дубовых лесов с леспедцей наибольшая у берегов, но уменьшается при удалении от берега. Такая закономерность связана с увеличением абсолютных высот при движении к основному водоразделу Сихотэ-Алинского хребта, увеличению крутизны склонов, которые занимают рододендроны.

Преимущественно хвойные леса встречаются на высотах более 800 м, которые изображены в северо-западной части карты. Хвойные леса уверенно выделяются при автоматизированном дешифрировании снимков, полученных весной или осенью, когда они существенно отличаются от лиственных лесов, не имеющих зеленой массы. Проникновение арктических воздушных масс, которые переваливают через водораздельный хребет Сихотэ-Алиня, не дают расти неморозостойким дубам. Осина и ольха образуют азональные ассоциации увлажненных понижений и речных долин. Дубово-березовые леса расположены преимущественно в прибрежных областях и занимают крупные площади (113 км²). В местах крупных низовых пожаров, отмеченных в ближайшие пять лет, индикаторами сукцессионных процессов на исследуемой территории являются березы, леспедца, лещина.

Карта растительности масштаба 1:30000 охватывает район пешей доступности от базы, она составлена по результатам описания полевых точек, с последующей оценкой контуров с помощью визуального и автоматизированного дешифрирования. Масштаб карты позволяет выделять растительные ассоциации с делением как в верхнем (древесном) ярусе, так и в подлеске и в травянистом ярусе. Для составления контуров было произведено объединение некоторых растительных ассоциаций с незначительными различиями (до 2-3 травянистых видов) для их наилучшего распознавания. Легенда карты включает 24 позиции.

Значительная часть местности, изображенной на этой карте, освоена человеком и представляет собой антропогенно-измененные территории. Основной древесный вид на территории полигона – дуб монгольский, он формирует большую часть площади всех растительных ассоциаций, однако эти дубравы являются вторичными. Также значительную площадь зани-

мают разнотравные ассоциации высокой и низкой пойм рек. Остальные ассоциации крайне незначительны по площади на исследуемой территории.

На территории полигона замечена зональность при определении подлеска у дубовых ассоциаций, однако она связана не с климатическими, а с геологическими причинами. Дубовые леса с леспедецей занимают положение на пологих склонах, площадь которых сокращается при движении на запад, а площадь дубовых лесов с рододендроном в подлеске напротив, неуклонно растёт.

На территории встречаются интразональные ольховые, осиновые и пойменные ассоциации, приуроченные к влажным гигротопам. Также вдоль побережья моря произрастают травянистые и кустарниковые ассоциации, приспособившиеся к суровым климатическим условиям скальных и песчаных побережий.

В древесном ярусе периодически встречается береза, ее основной ареал расположен на юго-востоке исследуемой территории. Однако стоит отметить, что в подросте береза преимущественно встречается на склонах гряды, расположенной рядом с морем. При движении на запад количество березы в подросте падает, что говорит о меньшей нарушенности лесных территорий при удалении от мест постоянного проживания человека.

Карты гарей, составленные по данным съемки с БПЛА (что само по себе является материалом для мониторинговых исследований) и сплошному полевому дешифрированию, позволяют оценить различные их количественные и качественные характеристики. На карте гари 2019 г. видны следы неравномерного горения дубового леса и его подроста. Выше по склону процентное количество живых стволов (имеющих кроны) не превышает 20%. Ниже по склону в пределах гари процентное количество невыпавших стволов колеблется от 20% до 50%. На наиболее пострадавших участках произрастает густой дубовый подрост с примесью подлеска из лещины, леспедецы и чубушника (проективное покрытие более 80%), что делает лесной массив труднопроходимым. Также необходимо отметить большое количество цветковых растений, особенно на границе гари, которые являются индикаторами богатых почв (которые обогащает зола).

Анализ карты восстановления гари 2017 г. позволил сделать следующие выводы. Наиболее повреждённые пожаром участки до сих пор не восстановились в полной мере и находятся в угнетённом состоянии. Послепожарные участки на склоне, обращённом к морю, находятся в более угнетённом состоянии, чем растительность участков подветренных склонов, при равных исходных ситуациях. Это свидетельствует о деструктивном влиянии моря на бонитет древесной растительности. Основной прирост зелёной массы с 2017 года приходится на низкопродуктивные порослевые дубы высотой до 2 м. Часть сгоревшего леса компенсирует берёза, часть - порослевые дубы, часть – лещина (последние два часто непроходимы).

Была также попытка заложить основы мониторинга за площадями пожаров, начиная с 2017 г. на прилегающей территории. Для этого были подобраны снимки, на которых читаются свежие гари и гари прошлых лет, по ним создана карта, подсчитаны площади.

Созданные карты использования земель на долину р. Рудная не показывают значительных изменений в соотношениях площадей различных типов использования за последние 5 лет, в силу мелкого масштаба контурность не меняется, а изменения, если они и есть, происходят скорее внутри контура садовых участков, приусадебных хозяйств и пр. Для оценки изменения застройки п. Смычка проведена съемка с БПЛА в 2017 г. и в 2022 г. Материалы в стадии обработки.

Говоря о возможностях использования потенциала учебных студенческих практик, проводимых на стационарных полигонах, можно отметить бесспорно важные моменты их роли в современных географических исследованиях. Массовый набор первичных полевых координатно-привязанных данных, причем, повторенный с каким-то временным интервалом, может

быть использован другими специалистами. Фонд космических снимков, собранный целенаправленно и прошедший проверку в использовании (привязка, атмосферная коррекция, угол наклона солнца, сезон, стадия вегетации и пр.), может стать основой блока данных дистанционного зондирования при формировании базы данных на эту территорию.

Коллектив кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, руководители практики по полевому тематическому дешифрированию студентов 2 курса кафедры благодарят руководство ТИГ ДВО РАН за предоставленную возможность проведения практики, а сотрудников Научно-экспедиционной станции «Смычка», особенно, ее начальника Копцева А.П. за теплоту, внимание, доброжелательное отношение и всемерную помощь по многим вопросам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ХАРАНОРСКОМ СТАЦИОНАРЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗОВАННОСТИ ГЕОСИСТЕМ В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Баженова О.И., Тюменцева Е.М.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутский государственный университет

Аннотация. Показана роль стационарных исследований в познании временной организованности экзогенного рельефообразования, свойственной восточному муссонному сектору степей Центральной Азии. Детально рассмотрен внутривековой 27-35-летний цикл функционирования малого литосборного бассейна. Выявлен ритмический характер смены динамических фаз рельефообразования в голоцене, которые объединены в циклы различного иерархического уровня.

Ключевые слова: Онон-Аргунская степь, функционирование геосистем, литопотоки вещества, динамические фазы рельефообразования, циклы, голоцен *The role of stationary studies in understanding the temporal organization of exogenous relief formation, which is characteristic of the eastern monsoon sector of the steppes of Central Asia, is shown.*

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF EXPERIMENTAL STUDIES AT THE KHARANOR STATION TO STUDY THE TIME ORGANIZATION OF GEOSYSTEMS IN THE STEPPES OF CENTRAL ASIA

Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M.

Institute of Geography.V.B. Sochavy SB RAS, Irkutsk; Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. The role of stationary studies in understanding the temporal organization of exogenous relief formation, characteristic of the eastern monsoon sector of the steppes of Central Asia, has been established. The intrasecular 27-35-year cycle of functioning of the small lithometric basin is considered in detail. The rhythmic nature of the change in the dynamic phases of relief formation in the Holocene was revealed, which were combined into cycles of various hierarchical levels.

Keywords: Onon-Argun steppe, functioning of geosystems, lithotreams of matter, dynamic phases of relief formation, cycles, Holocene

Онон-Аргунская степь, выбранная В.Б. Сочавой для организации первого в Сибири географического стационара [1], сегодня сохраняет свои ключевые позиции экспериментального полигона высокого международного уровня [2]. Она служит эталоном степного центрально-азиатского типа географической среды, сочетающего черты горных и равнинных степей и на территории России не имеет аналогов. Даурия одновременно принадлежат к нескольким крупным региональным природным системам, таким как бассейн р. Амур и область внутреннего стока Центральной Азии. Здесь сфокусировано несколько переходных зон – южная граница криолитозоны и северные пределы обширной аридной области. Все это обуславливает высокую динамичность природных процессов.

Геосистемы Онон-Аргунской степи отличаются чрезвычайно сложной временной организацией. Познание временной организованности геосистем относится к одной из наиболее сложных задач современной географии [2]. Ее решение возможно на основе синтеза результатов трех составляющих процесса познания, характеризующих временную смену природных событий: итогов стационарных наблюдений за современной динамикой геосистем, исторических сведений и палеогеографических реконструкций. Поэтому особую ценность как исследовательский полигон район приобретает при изучении временной организованности рельефо-

образования. Базовой основой такого исследования служат материалы многолетних полевых наблюдений на Харанорском стационаре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, выступающие связующим звеном между прошлым и будущим. За прошедший полувековой период стационарных (до 1980 года), полустационарных и маршрутных географических исследований в этом районе получена уникальная база данных, позволяющая глубже раскрыть механизм функционирования геосистем и понять особенности их временной структуры [4].

Особенно полно это можно проследить на примере геоморфологических систем, так как наблюдения за динамикой рельефа на Харанорском стационаре были очень детальны и продолжительны, в них принимало участие несколько поколений исследователей. Эти уникальные данные послужили основой для построения моделей функционирования геоморфологических систем [5]. Каждому иерархическому уровню систем свойственно свое характерное время функционирования [6]. Поэтому при изучении механизмов формирования рельефа важен выбор такого пространственного масштаба геоморфологической системы, который позволит рассмотреть ее функционирование за определенный цикл рельефообразования. При этом следует оперировать такой наименьшей геоморфологической ячейкой (системой), которая была бы носителем свойств некой группы геоморфологических систем. На примере малого литосборного бассейна пади Веснянка установлено, что функционирование системы включает 3 фазы с различным механизмом обмена веществом и энергией между элементами системы и внешней средой, направлением движения и расходом вещества в литодинамических потоках. Продолжительность одного полного цикла функционирования составляет 27-35 лет. За это время система последовательно проходит экстремальную флювиальную, нормальную зональную и экстремальную аридную фазы [5]. Эти фазы для нас являются кодом для расшифровки голоценовой летописи морфолитогенеза. Расшифровка стала возможной в результате детального изучения 18 опорных разрезов голоцена, выполненного в степях Даурии в 2013-2015 годах в рамках проекта РФФИ № 13-05-00524. При этом большое внимание уделялось выбору мест заложения разрезов на пути геоморфологического транзита и аккумуляции вещества. Для таких исследований как нельзя лучше подходят малые флювиальные бассейны и бессточные бассейны озер небольших размеров, включающие пади временных водотоков и долины малых рек, так как в них хорошо сохраняется интегральная информация.

При обобщении стационарных данных на первом этапе широко использовался метод катен – профилей, на которых прослеживаются вертикальные и горизонтальные потоки вещества. Этот подход затем сочетался с площадными исследованиями количественной оценки взаимодействия природных режимов в элементарных ячейках геосистем, составляющими суть предложенного В.Б. Сочавой метода комплексной ординации. Применительно к динамике рельефа основное внимание обращалось на климато-геоморфологические связи, так как управляющим параметром поведения морфодинамических систем в естественных условиях выступает климат. Отмечается тесная зависимость хода экзогенных процессов от климатических колебаний. По данным стационарных исследований установлено, что в разные типы лет в степях Даурии проявляются характерные процессы с определенным уровнем интенсивности, направлением воздействия на рельеф и распределением по элементам склонов разной экспозиции [8].

Важным морфологическим индикатором при диагностике состояний является микро- и нанорельеф, орнаментирующий поверхность степных склонов, днищ падей, долин и озерных котловин. Сочетание длительно существующих (многолетних) форм микрорельефа, таких как дюны, бутаны, гидролакколиты, овраги, делли, нивальные ниши, наледные поляны, карстовые воронки, суффозионные степные блюдца и другие, могут служить визитной карточкой экзогенного морфогенеза на той или иной территории. Наночасти образуют морфологические комплексы, сме-

няющие друг друга во времени. Эти изменения отражают смену состояний систем экзогенного рельефообразования.

Положение фаз однозначно определяется на кривой хода увлажнения степей Центральной Азии в XX столетии. Установлено, что внутривековые циклы изменения увлажненности, выявленные с помощью разностной интегральной кривой годовых сумм осадков по данным метеостанции Борзя и колебаниям уровня бессточных Торейских озер происходят синхронно на территории степного Забайкалья и сопредельных районов Китая и Монголии [9] и определяют частоту, последовательность и продолжительность внутривековых смен геоморфологических циклов [10]. Фактический материал, полученный на Харанорском стационаре, позволил нам создать картографическую модель современного функционирования денудационных систем в степях Центральной Азии на примере малого литосборного бассейна в отрогах Нерчинского хребта [5].

Синхронность крупных (внутривековых) колебаний климата была характерна также и для исторического прошлого региона, детально изученного китайскими климатологами. Особенно большие успехи ими были достигнуты в изучении климата последних 500 лет. По степени обеспеченности данными, полноте анализа и территориального охвата эти исследования не имеют мировых аналогов [11]. Для выяснения временной организации морфодинамических систем эти сведения представляют несомненный интерес. Выполненное нами сопоставление колебания увлажненности Онон-Аргунской степи в первую половину XX столетия с изменением индекса засушливости – увлажненности Китая за этот же период показывает в общих чертах их согласованность. Характер температурных изменений в степном Забайкалье и Северном Китае на временном отрезке 1937 – 1980 гг. также имеет большое сходство. Это позволило нам найти место современного функционирования геоморфологических систем в степях Центральной Азии на историческом отрезке эволюции природной среды региона [5]. Поэтому по материалам стационарных наблюдений и историческим сведениям можно реконструировать ход экзогенного рельефообразования за последние 500 лет.

Проведенное исследование свидетельствует о сложной временной организации систем денудации в степях Центральной Азии. Ритмические колебания климатических параметров, выраженные в неоднократном чередовании периодов увлажнения – иссушения, потепления – похолодания вызывают последовательную смену зональных (средних) и гиперзональных (экстремальных) условий рельефообразования. Эти периоды имеют различную продолжительность. Но их чередование сопровождается сменой строго ограниченного набора состояний. Вероятный спектр таких состояний определяется положением степей близ южной границы криолитозоны и вдоль северных пределов обширной аридной области Центральной Азии, а также их приуроченностью к бассейну Амура. Эти постоянные пульсации и составляют суть иерархически организованного механизма рельефообразования. Механизм отличается устойчивостью, так как установлен не только современными многолетними наблюдениями, но обнаруживается в строении опорных разрезов четвертичных отложений [12-13].

Выполненный совместный анализ отложений озерных котловин Даурии и Северо-Восточной Монголии подтвердил синхронный ход рельефообразования северной окраины Центральной Азии в голоцене [12]. Выявлен ритмический характер смены процессов в голоцене, которые объединены в циклы различного иерархического уровня [13]. При этом каждый цикл начинается с экстремальной фазы интенсивного флювиального сноса и выноса вещества из системы. Флювиальные горизонты слагают нижнюю часть отложений голоценового макроцикла в пади Веснянка. Катастрофический флювиальный снос отмечался неоднократно в период 7–8,5 тыс. л. н. и в переходное от атлантического к суббореальному периоду время. Нормальная зональная фаза интеграции вещества в бассейнах фиксируется погребенными гумусовыми горизонтами почв, по которым хорошо диагностируются 1800-летние циклы. Ре-

гиональное развитие в Даурии получили почвы, возраст которых около 8 и 6,4 тыс., а также 1,2–1,4 тыс. кал. л. Для верхней части отложений каждого цикла характерны эоловые горизонты экстремальных аридных фаз. В разрезах пролювиальных шлейфов выделяются 130-летние циклы. По результатам изучения погребенных почв, данным спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования отложений установлено усиление аридизации климата за последние 10 тыс. лет и в целом снижение скорости осадконакопления и рельефообразования [13].

Результаты выполненного исследования показывают перспективность использования данных экспериментальных стационарных геоморфологических наблюдений при расшифровке кода эволюции рельефа в степях Центральной Азии в голоцене. В качестве такого кода используется внутривековой цикл функционирования малого литосборного бассейна, детально рассмотренный ранее [5]. Он включает 3 динамические фазы – нормальную зональную, характеризующуюся средними скоростями процессов и формированием почв и 2 экстремальных фазы выноса большого объема вещества эоловыми или флювиальными процессами. При этом наблюдается упорядоченное во времени чередование максимального воздействия процессов на верхние (дефляция) или нижние (эрозия водных потоков) ярусы рельефа.

Таким образом, важно подчеркнуть, что экспериментальные геоморфологические данные относятся к тем «эмпирическим фактам», на которых, по В. И. Вернадскому [14], базируется научное познание мира. Их ценность особенно высока потому, что стационарные наблюдения помогли на клеточном уровне проникнуть в механизмы функционирования самых малых элементарных геоморфологических систем. Тем самым получен код для расшифровки эволюции рельефа и прогнозных оценок.

Литература

1. Сочава В. Б. Онон-Аргунская степь как объект стационарных физико-географических исследований // Алкучанский Говин. Опыт стационарного изучения степного ландшафта. — М.; Л.: Наука, 1964. — С. 3-23.
2. Баженова О.И., Плюснин В.М., Снытко В.А. Реализация программы стационарных географических исследований в Сибири (к 50-летию выхода монографии «Алкучанский Говин») // География и природные ресурсы. — 2014. — № 4. — С. 5-12.
3. Грин А. М. Комплексные стационарные исследования как инструмент познания временной структуры геосистем // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1984. — № 6. — С. 20–28.
4. Изучение степных геосистем во времени. — Новосибирск: Наука, 1976. — 238 с.
5. Баженова О. И. Внутривековая организация систем экзогенного рельефообразования в степях Центральной Азии // География и природ. ресурсы. — 2007. — № 3. — С. 116–125.
6. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
7. Vazhenova O., Tyumentseva E. The impact of current climate changes on morphodynamic regimes of steppes and forest steppes in Southern Siberia // American journal of climate changes, 2021, 10, 317- 330.
8. Топология степных геосистем / Отв. ред. В. Б. Сочава. — Л.: Наука, 1970. — 174 с.
9. 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.
10. Баженова О. И., Мартынова Г. Н. Современная многолетняя изменчивость морфоклиматических ситуаций в переходных криоаридных зонах Центральной Азии // География и природ. ресурсы. — 1998. — № 2. — С. 22–31.
11. Кренке А. Н., Чернавская М. М. Исследование климата исторического прошлого в Китае // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1991. — № 5. — С. 108–116.
12. Баженова О.И., Черкашина А.А. Голоценовый морфолитогенез в озерных котловинах юго-восточного Забайкалья // Геоморфология. — 2018.- № 2. — С. 4-19.
13. Баженова О. И., Черкашина А. А., Кобылкин Д. В., Макаров С. А., Вершинин К.Е. Геоморфологические события голоцена по литологическим записям малых флювиальных бассейнов Даурии // География и природ. ресурсы. — 2017. — № 2. — С. 135–146.
14. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. — М.: Наука, 1988. — 520 с.

РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ ЭОЛОВОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА В СТЕПЯХ ЮГА СИБИРИ

Баженова О.И., Тюменцева Е.М.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутский государственный университет

Аннотация. На основе обобщения результатов экспериментальных наблюдений за ходом эоловых процессов на стационарах Института географии СО РАН и материалов маршрутных исследований рассматриваются региональные закономерности эолового морфогенеза предгорных степных равнин юга Сибири, представляющих северную ветвь единого эолового кругооборота вещества Центральной Азии. Получены фоновые и локальные значения скоростей эоловой миграции вещества. Установлено, что преобладающая интенсивность дефляции в островных степях Сибири составляет 10 – 50 т/га в год, средняя скорость движения эоловых форм на участках развития подвижных песков достигает 2-6 м/год. Показана рельефообразующая роль эоловых процессов, выражающаяся в дефляционной денудации семиаридных предгорий юга Сибири.

Ключевые слова: эоловый круговорот вещества, эоловые системы, степи, Восточная Сибирь

THE ROLE OF STATIONARY STUDY OF AEOLIAN MIGRATION OF SUBSTANCE IN THE STEPPES OF THE SOUTHERN OF SIBERIA

Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M.

Institute of Geography V.B. Sochavy SB RAS, Irkutsk; Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. Based on the generalization of the results of experimental observations on the progress of aeolian processes at the field stations of the Institute of Geography SB RAS and on the materials of route studies we consider the regional regularities of aeolian morphogenesis in the insular steppe areas of piedmonts of southern Siberia, representing the northern branch of the single aeolian circulation of matter in Central Asia. We established that the prevailing intensity of deflation in the insular steppe areas of Siberia is 10-50 t/ha per year, and the average speed of aeolian forms in the mobile sands development areas reaches 2-6 m/year. Presented is the relief-forming role of aeolian processes, which manifests itself in the deflationary denudation of the semiarid piedmonts of the southern Siberia.

Key words: aeolian circulation of matter, , aeolian systems, steppes, Eastern Siberia

Обобщение фактического материала, полученного в ходе стационарных и маршрутных исследований в пределах пояса островных степей Восточной Сибири, вытянутого с запада на восток почти на 2 тыс. км, показывает, что здесь эоловые литопотоки очень активны и хорошо пространственно упорядочены [1]. Они вовлечены в единый круговорот вещества, закрученный по часовой стрелке и перемещающий эоловый мелкозем с юго-запада на северо-восток, далее на восток и юго-восток вдоль северных субаридных предгорий горного пояса Южной Сибири (рис. 1). В этой крупной региональной эоловой системе, в свою очередь, можно выделить пять звеньев (подсистем), взаимосвязанных друг с другом: Енисейское, Приангарское, Байкальское, Селенгинское и Даурское. В пределах каждого звена также наблюдается упорядоченная смена зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции.

Исследование основывается на результатах многолетних экспериментальных наблюдений за эоловой миграцией вещества на стационарах Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. На опорных профилях (рис. 2), типичных для семиаридных районов юга Сибири, эоловый материал собирали в пылеуловители, которые устанавливали на разном удалении от основных очагов дефляции с учетом розы ветров, характера растительности, литологии, рельефа, особенностей техногенного воздействия. Наблюдения за эоловыми процессами велись круглогодично, принесенный ветром мелкозем извлекался ежемесячно. Широко использова-

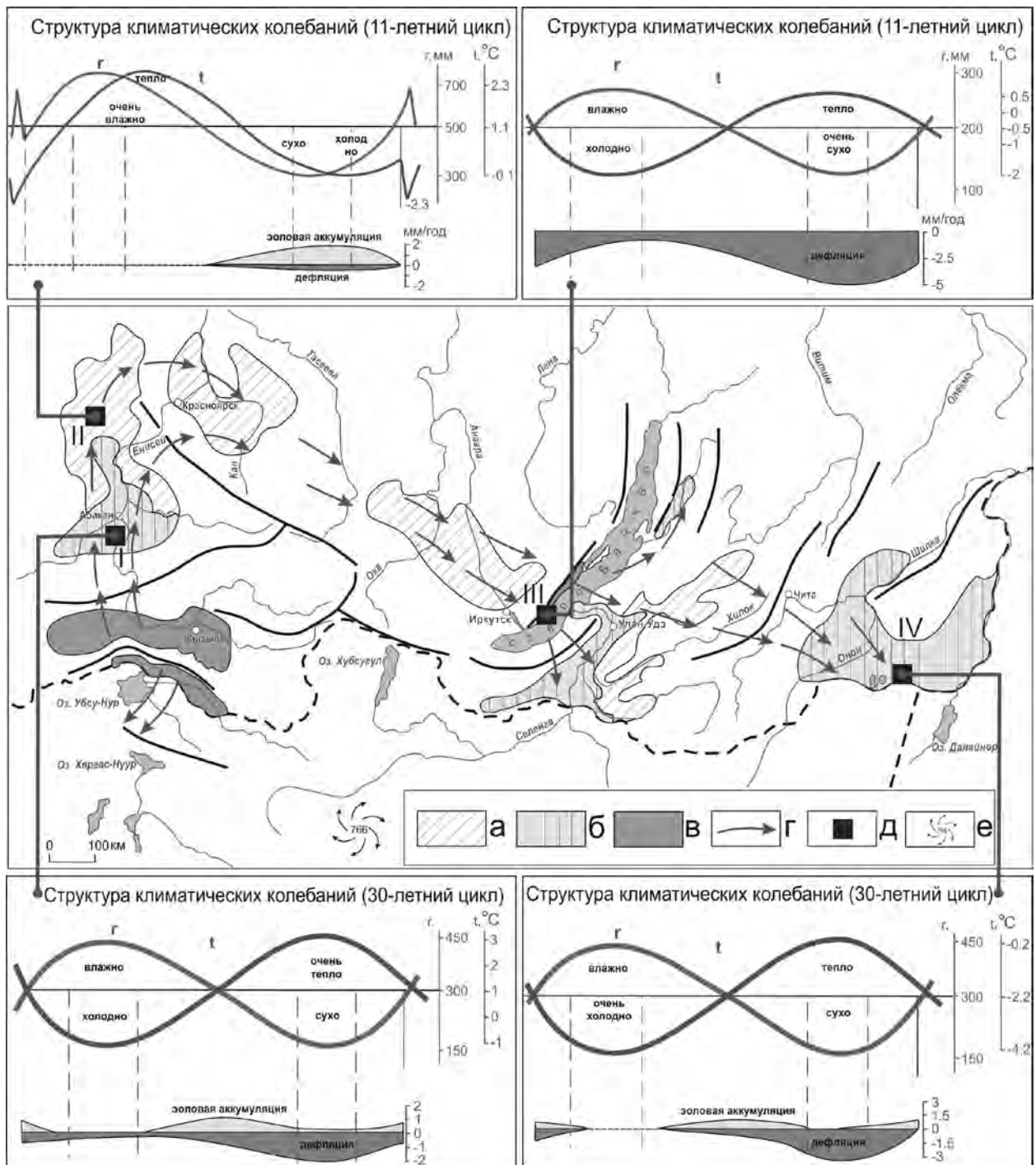


Рис. 1. Модель эолового кругооборота вещества в субаридных предгорьях юга Восточной Сибири по данным экспериментальных наблюдений.

Морфоклиматические районы: а – лесостепь, б – степь, в – опустыненная степь. г – основное направление эоловой миграции вещества, д – положение полигонов детальных исследований эоловых процессов, для которых приведены схемы внутривесковой динамики интенсивности дефляции и эоловой аккумуляции вещества на фоне многолетних колебаний среднегодовой температуры воздуха (*t*) и годовых сумм атмосферных осадков (*r*); е – центр Азиатского антициклона.

Экспериментальные полигоны: I – Красноозерский (Южно-Минусинская котловина), II – Ашпанский (Назаровская котловина) III – Голоустенский (котловина оз. Байкал), IV – Харанорский (отроги Нерчинского хребта).

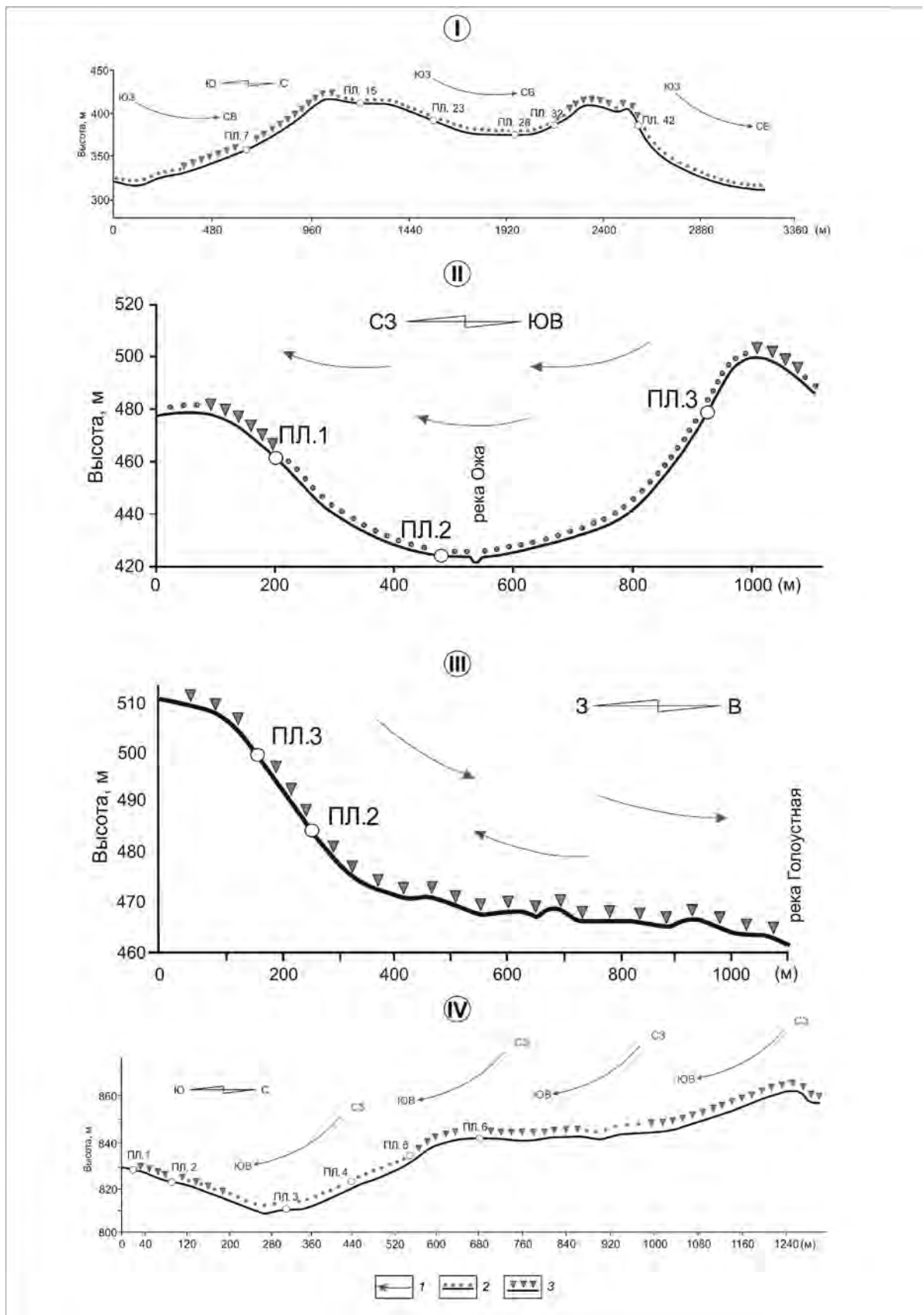


Рис. 2. Положение площадок наблюдений за динамикой эоловых процессов на Красноозерском (I), Ашпанском (II), Голоустенском (III) и Харанорском (IV) экспериментальных полигонах. 1 – господствующее направление ветра. Зоны: 2 – эоловой аккумуляции, 3 – дефляции.

лись также данные, взятые из литературных источников и рассчитанные по уравнениям С. Дж. Уилсона и Р.У. Кука [2]. В качестве одного из основных показателей интенсивности эоловых процессов нами предложен модуль эоловой миграции вещества (A), измеряемый количеством (г, кг, тонны) перемещаемого ветром материала с единицы площади (m^2 , km^2 , га) в год.

Енисейское звено объединяет эоловые литопотоки зон дефляции (Кызылская опустыненная степь Тувинской котловины), дефляции и транзита (степи левобережья Южно-Минусинской котловины), транзита и эоловой аккумуляции (правобережье Южно-Минусинской котловины, Назаровская и Канская лесостепи). Большая часть эолового материала уносится за пределы левобережья Енисея и откладывается на водоразделах и пологих склонах юго-западного макросклона Восточного Саяна.

Об объемах перемещаемого вещества в зоне дефляции можно судить по данным многолетних режимных наблюдений за эоловыми процессами, которые проводились с 1981 по 1995 гг на Красноозерском участке денудационно-аккумулятивной равнины, расположенной на междуречье Енисея и Абакана (полигон I на рис. 1). Экспериментальные площадки располагались на двух параллельных грядах высотой 400-450 м, разделенных суходолом. Гряды возвышаются над озерно-аллювиальной равниной, расположенной на абс. выс. 300 м (рис. 2, I). Здесь широко представлены эоловые формы. На вершинах холмов и гряд распространены дефляционные останцы, гривистый микрорельеф. Здесь же наблюдаются свежие котловины выдувания овальной формы, длина их до 100 м, ширина — 10-30 м, глубина 5-7 м. На дне котловин четко видна ветровая рябь. В древних долинах развиты дюны высотой от 1 до 25 м, бугры и гряды длиной 20-250 м.

В зоне транзита и преобладающей аккумуляции круглогодичные наблюдения за ходом эоловых процессов проводились с 1979 по 1985 гг на Антроповском экспериментальном участке (северо-восточная часть Назаровской котловины), а с 1986 по 1993 год на Березовском участке в зоне сочленения хр. Ашпан с Шарыповской равниной (юго-западная часть котловины). В результате исследований получен шестилетний ряд данных по динамике эоловой миграции вещества на Ашпанском профиле (рис. 2, II, табл. 4). По данным пылеуловителей в среднем в год через метровое сечение ширины подветренного склона перемещается 15 г (пл.3), на наветренном склоне интенсивность эоловой миграции вещества повышается в 3-4 раза (пл. 1). В днище долины р. Ожа (пл. 2) средняя величина аккумуляции составляет 190 г, а максимальная в засушливый 1989 г превышала 300 гр. Согласно результатам наблюдений на площадках реперов на полигоне II (см. рис. 1) преобладающая направленность эоловых процессов заключается в аккумуляции вещества, выносимого ветром из степных и горных районов, расположенных южнее.

Второе, **Приангарское звено**, тянется полосой вдоль юго-западной окраины Иркутского амфитеатра по границе с Восточным Саяном. Впервые область развевания здесь описана В.А. Обручевым еще в начале прошлого века, она представлена Балаганскими степями, в которых издавна жили кочевники – скотоводы буряты [21]. В настоящее время ареал вытянут с северо-запада на юго-восток, осью этого эолового коридора являются долина р. Ангары и юг Иркутско-Черемховской равнины с высокой плотностью нарушенных ландшафтов. С господствующим северо-западным переносом продукты дефляции попадают в акваторию Байкала, часть их оседает на склонах хребтов восточного побережья озера. За последние 25-40 лет фиксируется тренд постепенного повышения количества пыльных бурь. Отметим, что в последнее время сокращается интервал между экстремальными эоловыми событиями, расширяется ареал проявления процессов и, следовательно, повышается риск их неблагоприятного влияния на окружающую среду. Рассматриваемая территория относится к зоне атмосферного влияния бассейна оз. Байкал Тенденция усиления эоловых процессов отмечается здесь на фоне повышения аридности климата на протяжении XIX и XX вв., установленной дендроиндикационными исследованиями [3].

Третье, **Байкальское звено** среди других эоловых систем Южной Сибири характеризуется максимальной интенсивностью процессов, обусловленной, прежде всего, чрезвычайно высоким дефляционным потенциалом ветра. На западном побережье Байкала при выходе из гор в устьевых частях долин ветры достигают колоссальной силы. Особенно это характерно для долин рек Сарма, Анга, Бугульдейка, Голоустная. Их устьевые участки представляют собой природные «аэродинамические трубы», в которых скорость ветра значительно усиливается, нередко имеет ураганную силу 30-50 м/с.

Экспериментальные наблюдения за эоловыми процессами проводятся с 2006 г. на участке южного макросклона Приморского хребта, обращенного к дельтовой равнине р. Голоустной (рис. 2, III). Ветровая денудация имеет здесь площадной характер и дельтовая равнина р. Голоустной на региональном уровне является дефляционной поверхностью. При нарушении рыхлого покрова мелкозем достаточно быстро уносится ветром и переоткладывается по поверхности равнины. Фактический объем вынесенного рыхлого материала коррелирует с частотой пыльных бурь, а средняя скорость дефляции на Голоустненском полигоне изменяется в соответствии со структурой климатических колебаний от 1 мм в относительно влажные и холодные годы до 5 мм в теплые и очень сухие годы (см. рис. 1, полигон III).

Селенгинское звено занимает юго-западное Забайкалье (бассейны р. Селенги и Баргузина). При выходе из Байкальской котловины ветровые потоки «растекаются» на отдельные струи в соответствии с особенностями рельефа. Своеобразие территории было подчеркнуто В.А. Обручевым: области развевания и эоловой аккумуляции расположены здесь вперемежку, часто сменяют друг друга [4]. Район отличается широким распространением мощных толщ песчаных отложений и прогрессирующим развитием процессов дефляции, вызывающих формирование очагов подвижных песков, площадь которых в XIX – XX веках варьировала от 1 тыс. га в 1895 г, до 17 тыс. – 1934 г, и, наконец, до 100 тысяч га в 1964 г [5].

Даурское звено замыкает Южно-Сибирскую систему эолового круговорота вещества Центральной Азии (рис. 1). Даурская степь выступает ареной интенсивной дефляции и представляет собой коридор, через который происходит эоловая миграция вещества с северо-запада на юго-восток - из Забайкалья в соседние районы Монголии и Китая. Экспериментальные наблюдения за эоловой миграцией вещества проводились в отрогах Нерчинского хребта на Харанорском стационаре. Низкогорный рельеф участка исследований (см. рис.2, IV) состоит из отдельных массивов, сопков, чередующихся с падами. Поверхность территории отличается сглаженностью и округлостью форм. Значительную роль в придании этого облика современному рельефу сыграли эоловые процессы. За период наблюдений отмечалось от 2 до 15 пыльных бурь в год. При этом модуль эоловой миграции вещества менялся от 26 до 361 г/м².

Средние скорости эоловой аккумуляции варьируют от 0,18 до 3,0 мм/год, а максимальные в отрицательных формах рельефа (в оврагах и озерных котловинах) иногда достигают 0,7-1,5 м за 2-3 года [6]. По данным изучения темпов накопления донных осадков в западной наиболее глубокой части озера Зун-Торей с помощью изотопа ¹³⁷Cs установлено, что скорость осадкообразования за период, прошедший после основных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне и Новой Земле в среднем составляла около 3 мм/год [7]. При этом основная часть седиментационного материала имеет эоловое происхождение, так как поступление вещества со склонов и с речным стоком практически исключено.

Обобщение количественных данных по скорости дефляции и эоловой аккумуляции показывает широкий диапазон изменения интенсивности процессов в Даурском эоловом коридоре. Максимальные скорости характерны для оси коридора, где в озерных котловинах мощность динамически активного слоя, участвующего в современной эоловой миграции вещества, достигает полутора метров. При удалении от озерных котловин к поднятым денудационным окраинам коридора скорость эоловых процессов снижается на несколько порядков величин и

часто составляет десятые и сотые доли миллиметра. Суммируясь в геологическом масштабе времени, такие темпы эоловых процессов вызывают заметную перестройку рельефа.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в пределах пояса островных степей Сибири эоловая деятельность чрезвычайно активна. Все эоловые потоки объединены в крупную региональную Южно-Сибирскую морфодинамическую систему, функционирование которой носит пульсирующий, неравномерный в пространстве и во времени характер. Пространственная неоднородность выражается в смене зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции в соответствии с ландшафтно-климатическими и орографическими условиями.

Литература

1. Vazhenova O., Tyumentseva E. Contemporary aeolian morphogenesis in semiarid landscapes of the intermountain depressions of southern Siberia // *Catena*. – 2015. – No 134. – P. 50-58.
2. Уилсон С. Дж., Кук Р. У. Ветровая эрозия // Эрозия почвы. – М.: Колос, 1984. – С. 296–338.
3. Воронин В. И., Шлезер Г. Х., Хелле Г., Леви К. Г. Применение информации о динамике стабильных изотопов $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ древесины в дендроиндикационных исследованиях // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды. – Иркутск, 2000. – С. 35-42.
4. Обручев В.А. К вопросу происхождения лесса. Пески и лесс (1911) // Избранные работы по географии Азии. Том 3. – М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1951. С. 197-242.
5. Иванов А.Д. Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. – Улан-Удэ, 1966. – 232 с.
6. Баженова О.И., Кобылкин Д.В., Макаров С.А., Рогалева Н.Н., Силаев А.В., Черкашина А.А. Реконструкция эоловых процессов в степях Даурии в аридные фазы рельефообразования // География и природные ресурсы. - 2015. - № 3. – С. 126-137.
7. Замана Л.В., Птицын А.Б., Гуолян Чу, Решетова С.А., Дарьин А.В., Калугин И.А. Оценка скорости современного осадкообразования в озере Зун-Торей (Восточное Забайкалье) по ^{137}Cs // Доклады Академии наук. – 2011. - Том 437, № 3. – С. 370-374.

НАУЧНЫЙ ИНГОДИНСКИЙ ЛЕСНОЙ СТАЦИОНАР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ): ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Банщикова Е.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

Аннотация. В статье приведена краткая история создания Ингодинского лесного стационара Института природных ресурсов, криологии и экологии СО РАН. Отражены основные направления исследований, проводимых как на территории стационара, так и в его окрестностях. Представлены результаты некоторых научных работ.

Ключевые слова: лесной стационар, технология выращивания посадочного материала, интродукция, селекция, фенологические наблюдения, древесная и кустарниковая растительность, дендрарий.

SCIENTIFIC INGODINSK FOREST STATION (TRANS-BAIKAL TERRITORY): HISTORY OF CREATION AND RESEARCH DIRECTION

Banshchikova E.A.

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita.*

Abstract. The article presents a brief history of the establishment of the Ingodinsk Forest Station of the Institute of Natural Resources, Cryology and Ecology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The main directions of research carried out both on the territory of the station and in its vicinity are reflected. The results of some scientific works are presented.

Key words: forest stationary, technology of growing planting material, introduction, breeding, phenological observations, tree and shrub vegetation, arboretum.

Научный Ингодинский лесной стационар Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН функционирует в качестве опытно-экспериментального объекта на площади 5,8 га. Расположен в южно-сибирской горной зоне, на высоте 700 м над ур.м юго-западного склона хребта Черского, на правом берегу среднего течения р. Ингода (приток р. Амур) и нижнего течения р. Каково (51°51' с.ш., 113°10' в.д.). Расстояние до лесного стационара от столицы края (г. Чита) 40 км по автодороге.

История создания стационара относится к концу 60-х гг. В связи с возросшей на тот период необходимостью проведения лесохозяйственных и агролесомелиоративных работ, на Читинском питомнике в течение нескольких лет под руководством главного лесничего Бобринева В.П. разрабатывались основные приемы технологии выращивания посадочного материала основных лесобразующих пород с учётом региональных погодных условий. В ноябре 1970 г. на землях Гослесфонда в квартале 58, выдела 34 в Сивяковском участковом лесничестве начал действовать Ингодинский лесной стационар, рядом с лесозаготовительным участком «Каково». В связи с тем, что неподалеку располагался лесной питомник, а также лесосеки, гари и вырубки разных лет давности, основной целью работы было проработка вопросов и проведение испытаний по вопросам выращивания стандартного посадочного материала. Кроме того, проведение исследований по отбору плюсовых деревьев и закладки лесосеменных плантаций, а также по изучению приживаемости в лесных полосах местных растений и растений-интродуцентов [1-3].

Объектами исследований данного стационара по настоящее время являются растительные сообщества естественного происхождения в районе стационара и искусственные посадки (интродуценты, плантации), расположенные преимущественно на северном склоне хребта Черского, а также в пойме р. Ингода.

Основными направлениями исследований, проводимых на стационаре, являются:

- лесоводственное (разработка способов искусственного воспроизводства лесных экосистем в разных группах типов леса; выращивание и формирование лесных защитных насаждений различного целевого назначения в условиях Восточного Забайкалья; проведение многолетних наблюдений на постоянных пробных площадях за ходом естественного восстановления хвойных и смешанных лесов с учетом погодных условий, климатических тенденций и антропогенного воздействия);

- генетико-селекционное (изучение особенностей роста и развития различных экотипов древесных растений в местных условиях);

- сохранение генофонда ценных для селекции и хозяйственного использования древесных растений (проведение исследований по размножению семенным и вегетативным способами);

- многолетние фенологические наблюдения (изучение сезонных изменений в развитии древесных и кустарниковых растений дендрария при установлении взаимосвязи и зависимости от погодных условий).

Стационар используется при проведении комплексных исследований по изучению биоразнообразия, структуры и продуктивности лесов Восточного Забайкалья и функционирует в качестве опытно-экспериментального хозяйства.

На территории Ингодинского лесного стационара ещё в конце 80-х годов был создан дендрарий, включающий более 200 видов деревьев и кустарников забайкальской и инорайонной флоры. Исходным материалом для закладки дендрария служили семена, собранные в естественных условиях и выписанные по делектусам, сеянцы, саженцы, привезенные из других ботанических садов и дендрариев следующих городов: Москвы (Главный ботанический сад, МГУ), Екатеринбурга (ботанический сад УНЦ АН СССР), Новосибирска (Центральный сибирский ботанический сад СО АН СССР), Барнаула (Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко), Абакана (Хакасская государственная сельскохозяйственная опытная станция), Красноярска (Института леса и древесины СО РАН), Иркутска (ботанический сад Иркутского государственного университета), Улан-Удэ (Бурятская плодово-ягодная опытная станция), Якутска (ботанический сад Якутского государственного университета), Владивостока (ботанический сад ДВНЦ СЧО АН), Свободного (Амурская лесная опытная станция), Хабаровска (ботанический сад ДальНИИЛХ). На базе этой коллекции проведены исследования по интродукции и акклиматизации древесно-кустарниковых растений, изучены рост и развитие в новых условиях. Выделены виды, перспективные для выращивания в центральной части Забайкальского края [4]. За все время исследований часть растений была передана для озеленения г. Читы [5]. В настоящее время акклиматизацию прошли около 100 видов, большая часть из которых представлена кустарниками. Многие из них цветут, плодоносят, хотя некоторые ещё продолжают подмерзать от поздне-весенних и ранне-осенних заморозков. Эти и другие виды коллекции древесно-кустарниковых пород дендрария рекомендуется использовать для посадки в садах и парках, в одиночных и групповых посадках, в виде солитеров на альпийских горках, в озеленении как бордюрные растения городской среды. Многие виды очень декоративны, некоторые переносят стрижку, устойчивы к дыму и газам, снижают уровень шума. Продолжается поиск растений-интродуцентов среди естественных видов и культивируемых форм с целью расширения фондовых коллекций реликтовых, редких, исчезающих, лекарственных растений.

С целью сохранения генофонда редких и исчезающих древесных и кустарниковых растений-интродуцентов на Ингодинском лесном стационаре проводится семенное и вегетатив-

ное размножение, а также изучение сроков черенкования, влияние различных стимуляторов корнеобразования на процесс укоренения [6].

Маршрутные исследования в окрестностях стационара включают:

- Изучение восстановления растительных сообществ на многолетних ключевых площадках (на постоянных пробных площадях) в условиях изменения климата, антропогенных и природных трансформаций окружающей среды;

- Изучение роли лесных пожаров в динамике лесов, трансформации биологического разнообразия лесных экосистем;

- Проведение мониторинга возобновления растительного покрова после лесных пожаров на биоценозы, ход естественного возобновления леса;

- Изучение состояния и динамики растительных сообществ, популяций охраняемых и особо ценных видов растительных ресурсов, подвергшихся антропогенному воздействию;

- Изучение биоразнообразия флористических и фаунистических комплексов;

- Изучение динамики развития овражно-балочной сети, проведение оценки активности овражных процессов, расположенных в окрестностях стационара.

В окрестностях Ингодинского лесного стационара более 40 лет назад созданы культуры лиственницы с целью изучения географической изменчивости наследственных свойств лесных пород по программе и методике, утвержденной решением Проблемного совета по лесной генетике, селекции и семеноводству от 05.04.1972 г. Начало исследований считается 1975 г., когда под руководством сотрудников Института леса и древесины СО РАН (В.П. Бобринева и Л.И. Милютина) были посеяны семена первых 17 климатипов. Позднее, в 1977 г. дополнены ещё 8 климатипов. Всего получены и посеяны 6 видов и 24 климатипов лиственницы по схеме согласно методике. Проведены наблюдения и сравнительная оценка семенного потомства разного географического происхождения. Учитывалось происхождение семян, условия выращивания семян, рост и развитие сеянцев (высота, длина хвои, длина корней), фиксировались сроки наступления основных фенологических фаз (начало роста сеянцев, закладка верхушечной почки, дата окончания роста, сбрасывание хвои), оценивалось качество сеянцев (по прямизне стволика, ветвлению, состоянию почек), и их повреждения вредителями, болезнями и низкими температурами. В 1979 г. культуры создавали 4-летними, а в 1980 г. – 3-летними сеянцами. Для изучения роста и состояния географических культур выделяли учетные ряды в середине участка климатипа. Полученные данные сравнивали с числом сеянцев, высаженных при создании культур. По итогам изучения географических культур в 1999 г. проведена инвентаризация. В настоящее время продолжают исследования на данном объекте [7-8].

С учетом особых климатических условий Восточного Забайкалья, разработаны методы отбора и оценки плюсовых деревьев по вегетативным и генеративным признакам, способы прививки сосны и кедра, агротехника и технология выращивания селекционного посадочного материала. Изучены вопросы повышения плодоношения лесосеменных плантаций и участков, методы и способы закладки прививочных и семенных плантаций. Были изучены критерии оценок лучших, «плюсовых» деревьев и отобраны в окрестностях стационара 85 плюсовых деревьев сосны обыкновенной. Черенки с аттестованной комиссией по лесному семеноводству плюсовых деревьев в течение 3-лет использовались для изучения технологии прививок. В 1994 г. по проекту заслуженного лесовода России В.П. Бобринева создана первая в крае клоновая лесосеменная плантация сосны обыкновенной на площади 10 га в Читинском лесничестве [9-10].

Разработаны технология и агрегат для содействия естественному возобновлению леса, позволяющие дешево и быстро восстанавливать леса на вырубках и гарях в различных типах леса. Разработана шкала оценки жизненного состояния подроста на гарях с учетом местных климатических условий [11].

Ингодинский лесной стационар используется как научная база для проведения совместных международных работ с учеными из других институтов СО РАН, вузов по проекту «Изучение естественного возобновления леса на крупных гарях и разработка способов искусственного воспроизводства лесных экосистем».

Кроме того, с использованием стационара проводятся молодежные научные проекты по различным направлениям.

За период существования Ингодинского лесного стационара издано 13 монографий, 7 рекомендаций по производству и более 400 научных сообщений.

Без лесных стационарных объектов невозможно внедрить в практику новые интенсивные и экологически безопасные технологии, а также осуществить качественную подготовку и переподготовку специалистов лесного профиля. Сложно представить себе научный процесс без натурных опытов и стационарных исследований [12-15].

Литература

1. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Лесные стационарные исследования в Забайкальском крае. Чита: Поиск, 2011. 492 с.
2. Рекомендации областного семинара по выращиванию семян сосны обыкновенной и лиственницы даурской в Читинской области / сост. В.В. Огиевский, А.А. Медведева, В.П. Бобринев. Чита, 1973. 14 с.
3. Выращивание лесных полос в Восточном Забайкалье (методические рекомендации) / сост. В.П. Бобринев. Чита, 1992. 35 с.
4. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Интродукция древесных растений в Восточном Забайкалье. Улан-Удэ, 2002. 216 с.
5. Озеленение населенных мест (методические рекомендации) / сост. В.П. Бобринев, М.А. Гринь, А.Г. Лясоцкий, Н.И. Скворцов. Чита, 1991. 27 с.
6. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Размножение и выращивание древесных растений в Читинской области. Чита, 2005. 380 с.
7. Макаров В.П., Бобринев В.П., Милютин Л.И. Географические культуры лиственницы в Восточном Забайкалье. Улан-Удэ, 2002. 192 с.
8. Макаров В.П., Бобринев В.П., Кондратьев В.А. Ход роста географических культур лиственницы в Забайкалье / Лесное хозяйство, 2002. № 6. С. 42-43.
9. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Особенности роста культур кедра сибирского в Восточном Забайкалье / Лесоведение, 2005. № 2. С. 64-66.
10. Пак Л.Н., Бобринев В.П. Селекционный отбор и аттестация плюсовых деревьев в Читинской области / Лесное хозяйство, 2004. № 1. С. 36.
11. Бобринев В.П., Пак Л.Н., Макаров В.П., Малых О.Ф., Захаров А.А. Лесовосстановление в горных лесах Восточного Забайкалья. Чита: «Поиск», 2008. 46 с.
12. Романов Е.М., Демаков Ю.П., Нуреева Т.В., Заболотских П.В. О необходимости создания учебно-опытных стационаров для разработки и внедрения интенсивных технологий лесовыращивания и подготовки специалистов лесного дела / Вестник ПГТУ. Лес. Экология. Природопользование, 2020. № 2 (46). С. 5-26.
13. Горбунов Р.В., Кузнецов А.Н., Лебедев Я.О., Горбунова Т.Ю., Котлов И.П., Хой Н.Д. О некоторых особенностях структуры и функционирования горных тропических лесных ландшафтов Центрального Вьетнама и необходимости создания ландшафтноэкологического стационара / Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН, 2018. Выпуск 3 (7). С. 43-67.
14. Яковлева А.Н. Модель пространственной структуры растительности территории Верхнеуссурийского стационара / Экология, 2010. № 4. С. 271-280.
15. Максимов Т.Х., Иванов Б.И. Мониторинг состояния мерзлотных экосистем: «Спасская падь», г. Якутск / Сибирский экологический журнал, 2005. № 4. С. 777-781.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ (ВЕРХНЕ- УССУРИЙСКИЙ ЛЕСНОЙ СТАЦИОНАР ФНЦБ ДВО РАН)¹

Болдескул А.Г.¹, Кожевникова Н.К.², Луценко Т.Н.¹, Бурдуковский М.Л.²

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

²Федеральный научный центр биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Исследован микроэлементный состав почв, образованных на почвообразующих породах кислого состава под хвойной растительностью Центрального Сихотэ-Алиня. Установлено, что барий, марганец, цинк и медь как элементы обладающие высокой биофильностью накапливаются в верхних горизонтах почв. Никель, свинец и кобальт обладают слабой дифференциацией по профилю исследованных почв.

Ключевые слова: микроэлементный состав, буроземы, Сихотэ-Алинь.

CONTENT OF MICROELEMENTS IN SOILS OF MOUNTAIN FOREST LANDSCAPE IN THE CENTRAL SIKHOTE-ALIN

Boldesku1 A.G.¹, N.K. Kozhevnikova², T.N. Lutsenko¹, M.L. Burdukovskii²,

¹Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, boldeskul@tigdvo.ru

²Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok

Annotation. The microelement composition of soils formed on soil-forming rocks of acidic composition under coniferous vegetation of the Central Sikhote-Alin has been studied. It has been established that barium, manganese, zinc and copper, as elements with high biophilicity, are accumulated in the upper soil horizons. The content of nickel, lead, and cobalt are weakly differentiated along the profile of the studied soils.

Key words: microelement composition, burozems, Sikhote-Alin.

Микроэлементный состав почв естественных ландшафтов Центрального Сихотэ-Алиня исследован в настоящее время недостаточно. Вместе с тем почвы водосборов небольших ручьев-притоков являются зачастую основным источником элементов, поступающих в речные воды (Кожевникова и др., 2022). Наши исследования проводились на территории Верхне-Уссурийского лесного стационара ФНЦБ ДВО РАН, расположенного в бассейне р. Правая Соколовка, входящего в систему верховьев р. Уссури (Жильцов, 2008). Бассейн сложен разновозрастными горными породами состава от кислых до основных (Болдескул, 2014). Соответственно и почвы бассейна обладают разнообразным как макро- так и микроэлементным составом. Целью данной работы является изучение микроэлементного состава почв, формирующихся под хвойной растительностью, с точки зрения их возможного поступления в речные воды.

Основные почвы бассейна р. Прав. Соколовка – это буроземы разной степени оподзоленности и оглеенности, ржавоземы грубогумусовые иллювиально-гумусовые (Сапожников и др., 1993; Бугаец и др., 2021). В данной работе рассматриваются площадки, расположенные в бассейнах руч. Березовый, руч. Безымянный и руч. Еловый, где почвы формируются на продуктах выветривания разновозрастных пород кислого состава (табл.1). В почвенных образцах определены валовые содержания органического углерода ($C_{орг.}$) (TOC/CPN, Shimadzu) в ЦЛЭ и ГИС-технологий ТИГ ДВО РАН и элементный состав методом рентген-флуоресцент-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ 20-05-00812А

Таблица 1. Валовый и микроэлементный состав исследованных почв.

Горизонт	Глубина, см	ГВ	Сорг	ППП	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	СаО	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb	Mn	%	
																	мг/кг	
Пихтово-еловый инверсионный лес (руч. Березовый)																		
AY	2 - 7 см	6,6	23,0	47,5	66,9	6,2	10,1	8,07	89,7	16,8	16,4	34,0	128,3	480,1	33,7	3995,2		
BM1	9 - 40 см	1,4	1,5	6,2	77,6	4,3	11,7	0,63	87,5	19,4	19,9	54,1	67,2	668,2	28,0	402,4		
BMC	40 - 70 см	1,9	0,3	6,7	73,5	5,8	14,2	0,52	91,4	26,8	36,2	63,0	71,4	671,0	28,4	480,0		
Пихтово-еловый лес (руч. Безымянный)																		
AY	3 - 7 см	2,3	7,1	15,0	78,3	3,0	12,8	0,74	76,1	44,4	23,6	43,0	64,7	521,7	25,2	2513,4		
AYE	7 - 20 см	1,0	1,0	3,8	85,7	1,4	9,2	0,32	76,2	54,7	17,9	26,9	36,8	500,2	15,4	164,4		
AB	20 - 37 см	2,0	1,8	6,4	79,3	3,6	12,7	0,40	78,8	33,1	17,6	27,4	58,2	502,5	15,0	340,6		
BM1	37 - 50 см	2,5	2,3	8,4	71,4	4,6	18,7	0,35	79,5	29,2	28,7	23,7	70,9	430,8	28,1	396,1		
BC	50 - 75 см	1,2	0,7	4,2	78,6	2,5	14,4	0,31	69,3	42,0	18,6	35,2	55,6	393,2	25,8	230,5		
Бурозем иллювиально-гумусовый - пихтово еловый лес																		
A1	2-6 см	3,1	15,2	34,2	50,9	2,1	7,3	1,47	82,9	8,7	28,9	36,8	193,4	422,4	18,2	3554,7		
AB	6-30 см	1,9	1,3	4,8	74,4	2,9	13,1	0,42	81,0	6,4	34,6	16,2	57,6	394,9	13,7	128,9		
B1	30-85 см	0,4	0,5	4,0	75,8	2,3	14,9	0,29	85,9	8,6	33,6	25,3	74,2	351,9	17,5	252,8		
BC	85 - 130 см	0,3	0,4	3,7	73,2	2,0	15,1	0,30	82,5	7,5	37,7	22,2	65,9	332,6	13,5	259,6		
C1	130-140 см	0,3	0,2	3,6	73,9	2,4	15,1	0,38	78,9	7,6	26,3	23,1	68,4	343,8	24,7	199,7		
Почвообразующие породы кислого состава (руч. Еловый)																		
П1	-	0,1	-	0,3	73,0	3,3	13,4	0,44	9,5	2,1	10,2	54,1	47,9	454,1	19,3	309,9		
П2	-	0,1	-	2,8	77,3	2,0	13,6	0,08	5,3	0,7	1,8	41,9	15,5	69,3	6,8	154,9		
П3	-	0,1	-	0,9	71,4	4,6	13,6	0,18	10,0	3,2	21,5	41,1	115,7	286,4	21,3	464,8		

Примечание: – нет данных.

ной спектроскопии (EDX 800HS-P Shimadzu), с родиевым катодом в вакуумной среде в ФНЦБ ДВО РАН.

Описанные почвы сформированы под различными типами хвойных лесов на высотах 720-870 м над у.м. У почв отмечается наличие слаборазложившейся подстилки мощностью 2-3 см, маломощного горизонта АУ с содержанием Сорг. до 23% в основном за счет плохо разложившихся растительных остатков, трудноотделимых от минеральной составляющей (грубый гумус). В исследованных почвах в разной степени может проявляться элювиально-иллювиальная дифференциация органо-железистых соединений. Присутствует осветленный горизонт, который представляет собой или переходный горизонт АУВМ или горизонт АУе с явными признаками оподзоливания, для которого характерен вынос органического вещества и железа (табл.1).

Ниже лежащий горизонт ВМ или ВfМ характеризуется ярко-бурой окраской, в нем может наблюдаться относительная аккумуляция Сорг и соединений железа. Увеличение гигроскопической влаги (ГВ) в этом горизонте может косвенно говорить об утяжелении мехсостава и увеличении количества илистой фракции. Исследованные площадки схожи по местоположению и растительности, по макросоставу исследованные почвы в целом тоже похожи, но почвы в бассейне руч. Березовый отличаются по содержанию железа и кальция в гор. В и ВС, что может свидетельствовать о разнородности почвообразующих пород.

В данной работе проанализированы только часть микроэлементов, в основном это катионогенные металлы с большой массой (марганец, цинк, медь, свинец, никель, хром), а также барий. (табл.1).

Максимальные концентрации в исследованных почвах характерны для бария, этот элемент, обладающий похожими свойствами с кальцием, содержится в почвах в достаточно больших количествах 330-670 мг/кг. Чаще всего в верхних горизонтах происходит аккумуляция бария относительно породы, но в некоторых случаях картина обратная и обусловлена сложным геологическим строением территории. Распределение марганца по почвенному профилю так же аккумулятивное – в гумусовых горизонтах содержание может достигать 4 г/кг, в то время как в остальной почвенной толще его содержание составляет 150-500 мг/кг. Цинк как элемент, также обладающий высокой биофильностью, аккумулируется в гумусовом горизонте, где его содержание может достигать 190 мг/кг, в остальной почвенной толще его содержится 60-70 мг/кг – минимальное содержание (<40мг/кг) характерно для осветленного горизонта АУе под пихтово-еловым лесом. Медь легко сорбируется не только гумусовыми соединениями, но и глинистыми минералами и гидроокислами железа. В исследованных почвах медь накапливается в основном в гумусовых горизонтах.

Хром содержится в исследованных почвах в концентрациях 70-90 мг/кг и особой дифференциации по профилю не отмечается. Эти содержания находятся на уровне среднемировых (Кабата-Пендиас А., 1989). Содержание как никеля, так и свинца лежит в диапазоне от 15 до 40 мг/кг, и они ведут себя неоднозначно по профилю – относительная аккумуляция наблюдается как в гумусовых горизонтах, так и в почвообразующих породах. Как никель, так и свинец в почвах могут быть связаны с глинистыми минералами и гидроокислами железа, поэтому может наблюдаться некоторое накопление этих элементов в иллювиальных горизонтах и обеднение – в элювиальных (Перельман, 1999), поэтому в исследованном ржавоземе иллювиально-гумусовом дифференциация по профилю выражена ярче чем в буроземах (табл.1).

Таким образом, исследованные почвы могут быть источником поступления в речные воды в первую очередь биофильных элементов, накапливающихся в верхних почвенных горизонтах - бария, марганца, цинка и меди. Остальные исследованные микроэлементы обладают сниженной подвижностью и поступают в речные воды в незначительных количествах.

Литература

1. Болдескул А.Г., Шамов В.В., Гарцман Б.И., Кожевникова Н.К. Ионный состав генетических типов вод малого речного бассейна: стационарные исследования в Центральном Сихотэ-Алине // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 2. С. 90-101.
2. Бугаец А.Н., Пшеничникова Н.Ф., Терешкина А.А., Лупаков С.Ю. и др. Цифровое почвенное картографирование для целей гидрологического моделирования на примере экспериментальных водосборов (Юг приморского края) // Почвоведение, 2021, № 9, с. 1085-1096
3. Жильцов А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2008. 331 с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439с.
5. Кожевникова Н.К., Болдескул А.Г., Луценко Т.Н., Шамов В.В. и др. Микроэлементы в речных водах горно-лесных бассейнов (Юг Дальнего Востока России) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т.333. №6 (в печати).
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. 1999. 768с.
7. Сапожников А.П., Селиванова Г.А., Ильина Т.М., Дюкарев В.Н., Бутовец Г.А., Гладкова Г.А., Гавренков Г.И., Жильцов А.С. Почвообразование и особенности биологического круговорота веществ в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня (на примере Верхнеуссурийского стационара). Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1993. 267 с.

ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ТЕРРИТОРИИ СТАЦИОНАРА ОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

П.В. Большаник

Омский государственный педагогический университет

Аннотация. В статье дается физико-географическая характеристика ландшафтного стационара Омского государственного педагогического университета. Дается анализ пространственной ландшафтной структуры территории стационара. Выделяются типичные и редкие ландшафты.

Ключевые слова. Ландшафтная структура, учебный стационар, физико-географическая характеристика.

LANDSCAPE STRUCTURE OF THE HOSPITAL TERRITORY OF OMSK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

P.V. Bolshanic

Omsk State Pedagogical University

Annotation. The article gives the physical and geographical characteristics of the landscape hospital of Omsk State Pedagogical University. The analysis of the spatial landscape structure of the hospital territory is given. Typical and rare landscapes stand out.

Keywords. Landscape structure, educational hospital, physical and geographical characteristics.

Территория Урманного лесопитомника Омского лесхоза интересна своей природой и уже давно привлекает к себе внимание широкого круга специалистов. Здесь организован стационар, в котором в течение 30 лет проходят ландшафтную практику студенты географического факультета Омского государственного педагогического университета.

Ландшафтный стационар лежит в пределах Западно-Барабинской озерно-аллювиальной равнины. В рельефе господствует поверхность второй надпойменной террасы, на которой хорошо выделяются притеррасное понижение, суффозионно-просадочные западины, древние старичные понижения. Поверхность второй надпойменной террасы разрезают многочисленные, глубокие (до 20 м) овраги. В юго-восточной части рельеф спокойный, с уклоном от 0,01 до 0,5-0,7 в сторону реки. Склон второй надпойменной террасы резко обрывается к пойме Оми. Бровка террасы хорошо выражена на всём протяжении. На склоне выделяются ступенчатые микрооползни. Часто склон образует псевдотеррасы, состоящие из протяженных оползней. Вторая надпойменная терраса на отдельных участках реки Омь имеет ширину до 1-1,5 км (на территории лесопитомника до 0,5 км). Воды распространены в нижней части разреза террасы и приурочены к разнородным пескам, супесям и лёгким суглинкам. Глубина залегания водоносного горизонта 2-14,8 м. Мощность обводнённой толщи от 1,4-1,7 до 9,7-10,0 м. По направлению к реке наблюдается снижение абсолютных отметок уреза воды от 94-97 до 73-82 м.

Вторая терраса примыкает к пойме, образуя относительно крутой уступ, в нижних частях склонов иногда наблюдаются выходы грунтовых вод в виде мочажин и родников.

Первая надпойменная терраса по реке Оми развита лишь на отдельных участках и её ширина не превышает 0,5-0,7 км. Мощность 6-11 м. Аллювий первой надпойменной террасы представлен неравномерным чередованием прослоев супеси тонко-мелкопесчаной, суглинка и песка тонко- и среднезернистого. Цвет пород жёлто-серый, зелено-серый. Мощность отдельных прослоев колеблется от 2 до 8 м.

Поверхность поймы небольшая, шириной 1-4 метра. На исследуемую территорию заходит плоская с микрозадинамиками поверхность третьей надпойменной террасы Оми, которая незначительно расчленяется редкими балками. Интенсивный смыв привел к формированию пологого притеррасья. Характерны размывы и плоскостной смыв. Разнообразие форм рельефа позволяет в пределах небольшой территории посмотреть и изучить особенности рельефообразования на территории Омской области.

Поверхностные воды представлены участком реки Омь, озерком старичного происхождения, подвергшимся обводнению, родниками, ручьями, бегущими по дну оврагов, а также небольшими болотными комплексами и искусственным водоёмом (котлованом).

Главный водный объект рассматриваемого района – река Омь, пересекающая территорию с востока на запад и являющаяся одним из значительных правых притоков реки Иртыш. Омь является типично степной рекой, со спокойным течением (на данном участке скорость её течения равна 0,3 м/с), небольшим уклоном русла. Отметка уреза воды в пределах территории лесопитомника составляет 73 м. Река имеет довольно извилистое русло, большое количество меандр и стариц (одна из таких стариц сохранилась на территории лесопитомника и используется для разведения рыбы). Ширина русла колеблется от 30 до 100 м, глубина реки 3-6 м на плёсах, 0,3-1,0 м на перекатах.

Река Омь имеет асимметричную долину шириной 2-3 км с крутыми обрывистыми берегами. Река имеет выраженную пойму шириной 0,8-2,0 км. В долине развиты оползни и активная овражная эрозия.

Следует добавить, что в районах распространения берёзовых колков, способствующих накоплению большого количества снега и являющихся очагами усиленной инфильтрации талых весенних вод, распространены пресные грунтовые воды. В районе развития гривного рельефа пресные воды приурочены обычно к хорошо промытым верхним частям грив. Солончатые и солёные воды приурочены обычно к межгривным пространствам, где наблюдается относительная затруднённая водообмена.

В-четвертых, почвенный покров рассматриваемой территории слабокомплексный, в значительной мере определяется рельефом местности и гидрологическими условиями и представлен преимущественно среднегумусовыми обыкновенными чернозёмами, солонцами, чаще корковыми, занимающими слабо повышенные участки, приколочные и приболотные понижения, а также солодами задернёнными, залегающими в западинах и дренированных понижениях под берёзовым и осиново-берёзовым лесом, реже на открытых пространствах. Элементами комплекса являются чернозёмы с признаками осолодения, солонцеватые чернозёмы, выщелоченные чернозёмы. Пятнами изредка встречаются солоди оглеенные. Ограниченное распространение получили болотно-солончаковые и лугово-чернозёмные почвы. В пойме реки Оми развиты аллювиально-слоистые почвы.

Большую площадь территории лесопитомника занимают чернозёмы обыкновенные, в основном среднегумусные среднесплошные суглинистые и тяжелосуглинистые. Для данных почв характерно наличие однородных окраски и сложения гумусного горизонта, выделение карбонатов за пределами гумусного слоя, языковатость, мощность слоя. А+В от 40 до 54 см. Вследствие языковатости линия вскипания неровная: в заклинках породы вскипание от НС1 наблюдается на глубине 37-42 см, сплошное, в основном с глубины 50-65 см. Маломощные разновидности имеют мощность гумусового слоя А+В, в большинстве случаев, 33 см.

В прибрежной части территории лесопитомника среди чернозёмов обыкновенных среднесплошных суглинистых и в юго-восточной части среди чернозёмов обыкновенных маломощных тяжелосуглинистых пятнами по микропонижениям обнаруживаются чернозёмы с признаками осолодения.

В северо-восточной части лесопитомника, в месте перехода склона, направленного к реке Омь, в более равнинную часть территории, встречается выщелоченный чернозём, харак-

теризующийся отсутствием вскипания в горизонте ВС. Кроме того, наиболее вероятно формирование выщелоченных чернозёмов под посадками хвойных древесных пород (в результате опадения хвои может возникнуть кислая среда, а у выщелоченных чернозёмов реакция почвенного раствора, как правило, слабокислая). На пологих и полого-наклонных участках получили развитие чернозёмы солонцеватые. Чернозёмы питомника имеют комковатую или комковато-зернистую структуру, являются высокогумусированными (6,2-7,8% гумуса). Характерным морфологическим признаком солонцов является наличие солонцового слоя в профиле почв. На территории лесопитомника, в большинстве своём, распространены корковые солонцы, в которых солевой профиль до глубины 2,5 м имеет хлоридно - сульфатный, глубже сульфатно - хлоридный состав. Содержание гумуса в них - около 10% . Гумус горизонта А солонцов близок по своему содержанию к гумусу чернозёмов. Водный режим в солонцах складывается крайне неблагоприятно: они плохо впитывают и быстро испаряют влагу атмосферных осадков.

Для солодей характерна разная степень задернения от 5 до 28 см (в основном 13-14 см) и гумусированности перегнойного горизонта.

Морфологическим признаком солодей является наличие осолоделого горизонта под гумусовым горизонтом, белёсого цвета, уплотнённого, почти лишённого питательных веществ. Гумусовый горизонт солоды маломощный и обеднён питательными веществами.

Пойму реки Оми занимают пойменные аллювиально-слоистые почвы, характеризующиеся чёткой слоистостью, различием слоев по механическому составу, их мощности и содержанию гумуса (профиль аллювиально-слоистых почв характеризуется слабым задернением с поверхности и чередованием слоев различной мощности, окраски и механического состава). Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 3-4%.

На территории лесопитомника выделяются также небольшие болотные комплексы с болотно-солончаковыми почвами, сформировавшихся в результате близкого залегания минерализованных грунтовых вод, наличия засоленных почвенных пород и сброса солей с водами поверхностного стока. Болотные комплексы выделяются в притеррасных понижениях.

В-пятых, растительность на исследуемой территории представлена двумя основными группами. Первую составляет естественный зональный и интразональный древесный и травяной покров, вторую - антропогенные лесные насаждения из хозяйственно-ценных (преимущественно хвойных) и декоративных пород.

Естественная растительность на рассматриваемой территории представлена растительностью типичной для южной лесостепи. Характерна незначительная (6-12 %) залесенность в виде берёзово-осиновых колков с ивовым подлеском. Приурочены они к влажным понижениям и западинам, нередко покрывают склоны террас, отдельные участки поймы Оми. Окраины колков занимают растения мезофитного характера: овсяница ложноовечья, лабазник шестилепестный, морковник Морисона, подмаренник обыкновенный, астрагал датский и др.

Преобладающий естественный фон территории - обширные пространства с комплексом травяной растительности (ковыльно-разнотравной), в составе которой значительное число степных видов. Преобладают ксерофитные злаки: кипец, тонконог, ковыль волосатик, ковыль перистый.

На солонцах распространены полыни, кермек Гмелина, вероника колосистая. Болотная растительность, встречающаяся местами по понижениям, представлена преимущественно осоками, ирисами (касатиковыми) и некоторыми другими влаголюбивыми растениями.

На поверхности второй надпойменной террасы произрастает антропогенный сосновый бор, чередующийся с колками берёзового леса. Хвойно - мелколиственные насаждения занимают обширную площадь и на третьей надпойменной террасе.

Кроме сосны обыкновенной на территории лесопитомника высажены и другие хвойные растения (ель обыкновенная, лиственница Сукачева), а также лиственные породы: берёза по-

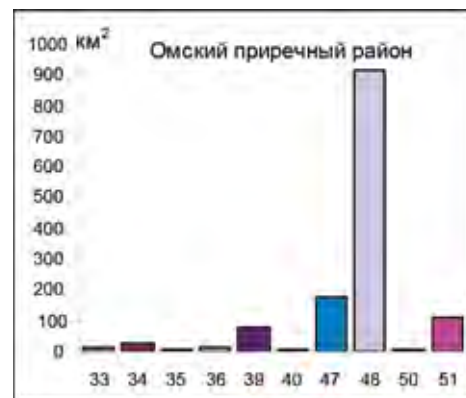
вислая, вяз мелколистный, ива белая, липа мелколистная, рябина обыкновенная, тополь, яблоня. Есть и декоративные культуры: барбарис обыкновенный, кизильник обыкновенный, дерен белый, ирга, крыжовник, лох серебристый. Всего флора участка насчитывает более двухсот видов растений, в том числе такие ценные, занесённые в список редких растений Омской области, как адонис весенний, ветреница лесная, лилия кудреватая, прострел желтеющий. В целом растительный покров на исследуемой территории имеет весьма своеобразное и интересное сочетание. Чередование колков берёзового леса и открытых степных пространств с удачно вписавшимися в ландшафт хвойными искусственными лесонасаждениями создаёт благоприятное впечатление и очень разнообразит и оживляет окружающую территорию.

Ландшафтная структура стационара состоит из доминирующих, типичных ландшафтов, характерных для большей части Барабинской равнины (Рис.).

Рис. Ландшафтная структура территории стационара

Условные знаки:

33. Плоская поверхность первой надпойменной террасы с полынно-кипцовой растительностью на солончаках.
34. Слабонаклонная поверхность поймы с разнотравно - злаковой растительностью на пойменно - аллювиальных почвах.
35. Притеррасное понижение со злаково - разнотравным лугом на лугово-черноземных почвах.
36. Склон второй надпойменной террасы с березняком злаково-разнотравным на черноземах слабосмытых.
39. Пологовогнутые понижения суффозионных котловин с березовыми колками на солодах.
40. Притеррасное понижение второй надпойменной террасы с осинником разнотравным на болотных почвах.
47. Плоская пологовыпуклая поверхность второй надпойменной террасы с разнотравно - полынно - злаковой растительностью на черноземах солонцеватых.
48. Плоская поверхность третьей надпойменной террасы с разнотравно - злаковыми лугами на черноземах обыкновенных и с хвойно - мелколиственными насаждениями на их месте.
50. Пологовыпуклая поверхность второй надпойменной террасы с полынно-кипцовой растительностью на солончаках.
51. Плоская поверхность второй надпойменной террасы с мелколиственными и сосновыми насаждениями на черноземах обыкновенных [3].



На территории высокой поймы Оми встречаются реликтовые фации, с растительным покровом подтаежной зоны.

На том уровне экологических проблем, которые существуют в нашем городе, сохранение естественных ландшафтов в его окрестностях крайне необходимо с экологической, эстетической, нравственной, этической и даже медицинской точек зрения. Уникальность данных ландшафтов для Омска ещё и в том, что подобных природных объектов ни в пределах городской черты, ни вблизи неё практически не сохранилось. Поэтому остается актуальной проблема дальнейшего изучения данной территории.

Литература

1. Атлас Омской области. – М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1999. - 56 с.
2. Большаник П.В. Геоэкологические проблемы трансформации рельефа урбанизированных территорий (на примере городов Западной Сибири) Большаник П.В., Недбай В.Н. М.: ИНФРА-М, 2017. – 243 с.
3. Большаник П.В. Региональное природопользование Москва: ИНФРА-М, 2018. – 2-е изд., перераб. и доп.- 177 с.
4. Lomova, L. A., Redkin, A. G., Ashuralieva, R. K., Akhkiyamova, G. R., Smolentsev, V. M., Bolshaniк, P. V. (2021). Investigation of the effect of anthropogenic influences on the change in the geoeological conditions of urbanized territories. Caspian Journal of Environmental Sciences. doi: 10.22124/cjes.2021.5011. URL: https://cjes.guilan.ac.ir/article_5011.html.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СОПРЯЖЕННОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

В.Н. Бочарников¹, Базаров К.Ю.¹, Е.Г. Егидарев^{2,1}

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, лаборатория экологии и охраны животных, ул. Радио, 7, Владивосток, 690041, Россия, vbocharnikov@mail.ru

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Информационно-картографический центр, ул. Радио, 7, Владивосток, 690041, Россия, vbazarov@mail.ru

³Амурский филиал Всемирного фонда дикой природы, e-mail: egidarev@yandex.ru

Аннотация. Картографические методы, в современных условиях основанные на ГИС позволяют решать задачи сопоставления разнородных сведений и создавать информационные платформы сравнения, позволяющие найти удовлетворительные ответы на многочисленные вопросы, возникающие при изучении взаимодействия человека и природы во всем множестве проявлений. Комплексную подготовку (оцифровка, геоинформационное картографирование и генерализация, определение места процессов освоения в изменении ландшафтов) на базе имеющихся исторических и современных материалов было осуществлено в рамках междисциплинарного анализа Приморского края, в прошлом составляющем основу особый российский регион - Уссурийский край.

Ключевые слова: геоинформационная оценка, освоение, расселение, антропогенная нарушенность, Приморский край, оз. Ханка, В.К. Арсеньев, экспедиционные работы

GIS ANALITICAL PROCESSING OF MATERIALS SETTLEMENT PATTERN IN PRIMORSKY KRAI AT RECENT HISTORY AND NOWDAYS

V.N. Bocharnikov¹, Bazarov K.Yu.¹, E.G. Egidarev^{2,1}

¹Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Ecology and Animal Protection, 7, Radio St., Vladivostok, 690041, Russia, vbocharnikov@mail.ru

²Pacific Geographical Institute FEB RAS, Information and Cartographic Center, 7, Radio St., Vladivostok, 690041, Russia, vbazarov@mail.ru

³Amur Branch of the World Wildlife Fund, e-mail: egidarev@yandex.ru

Abstract. Geoinformational methods allow solving problems of heterogeneous data comparison and creating information platforms for getting answers about man and nature interaction. Complex preparation of historical and modern data was carried out. It includes digitization, geoinformational mapping, generalization and determination of the place of development processes in landscape changes. The main goal is interdisciplinary analysis of Primorsky Krai, which in past was a special Russian region called Ussuriiskii Krai.

Keywords: geoinformational assessment, development, resettlement, anthropogenic disturbance, Primorsky Krai, Khanka lake, V.K. Arseniev, expedition works.

В современных условиях к историко-географическим исследованиям помимо традиционного картографирования широко привлекаются инструментарий технауки, ее ярким представлением является широкое применение технологий ГИС. Именно на этом фоне нами был обнаружен заметный пробел в возможной визуализации текста с применением геоинформационных систем (ГИС) для обобщения и сопоставления исторических картографических данных с материалами наших собственных исследований на территории Приморского края. Здесь мы делимся своим опытом картографирования и геоинформационного анализа публичных и историко-архивных материалов в локализации ареалов освоения или антропогенной измененности

природных геосистем территории Уссурийского края.

Представленная здесь работа выполнена на базе несложных широко распространенных процедур картографического подхода с применением геоинформационных типовых процедур. Отдельно решалась задача по определению степени территориально-демографического освоения (как ее часть в информационной системе может быть подробно, показываться актуальное территориальное расселение), показываться населенные пункты всех типов, важнейшая существующая и планируемая инфраструктура поселений, транспортная сеть, включая запланированное строительство, линии связи, трассы трубопроводов и т.п.

Для пространственного анализа и оценки современного состояния территории Приморского края, мы использовали топографические карты с различным масштабным диапазоном (от 1:100000 до 30 000 000). В содержательном плане для нашего анализа мы использовали карты, подготовленные в рамках планирования территориального развития Приморского края. В Правительстве Приморского края были получены, и далее использовались в нашей работе тематические слои «Схемы территориального развития Приморского края» в версии от 2014 г. с изменениями в 2015 г.

Актуализация доступных нам картографических материалов, выполнялась с привлечением данных ДЗЗ и других открытых источников геоданных, например, таких как OpenStreet Map Foundation (OSMF). Основные картографические работы в рамках данного исследования проводились в программной среде ArcGis 10.8:

1. предобработка цифровых версий старинных карт – обрезка полей, улучшение контрастности и т.д.;

2. географическая привязка к современной карте – в качестве опорных (привязочных) объектов использовались объекты тематических слоев «Населенные пункты», «Дороги», «Гидрография» и т.д., отображающих актуальное пространственное положение указанных объектов;

3. векторизация данных с исторических карт - составление электронных тематических слоев «поселения» и «дороги», заполнение их атрибутивной информацией – названия, год образования, тип и т.д.;

4. пространственный анализ исторических и современных геоданных, с оформлением итоговых картографических материалов.

Для демонстрации историко-политического положения рассматриваемого региона была взята историческая карта «Приуссурийского края и низовьев Амура» (1859 г.). Как можно прочитать на Рис. 1А карта была составлена штабс-капитаном Генерального Штаба Российской империи Денюковым. Двойная линия на карте показывает приблизительные очертания территории, которая была предметом российско-китайских переговоров того времени. Как следовало из рисунка, полученного нами из Общества изучения Амурского края файлом цифровой копии данного исторического документа, северо-западная граница обсуждаемой территории не замкнута, а лишь намечена, очерчивая водоразделы рек, впадающих в бассейн р. Усури.

В техническом отношении наиболее сложным этапом работ являлась пространственная привязка исторических карт. Это вызвано тем, что, в большинстве своем, в нашем распоряжении были не сканированные копии, а цифровые фотографии карт, зачастую сделанных не вертикально вниз, а «в перспективе», что обусловило наличие дополнительных искажений изображения. Также стоит отметить наличие искажений на самих картах, особенно это характерно для карт середины 19-го века. С целью понять, как развивается территория и на какой стадии она находится проведены сопоставления исторических, современных и планируемых географических материалов мы показали исходное для Российской империи местоположение Уссурийского края (1А).

Юго-Запад на карте географически, верно, отделяет «маньчжурскую» часть от южных подножий хр. Сихотэ-Алинь. Стоит заметить также, что с юга и востока двойная линия про-

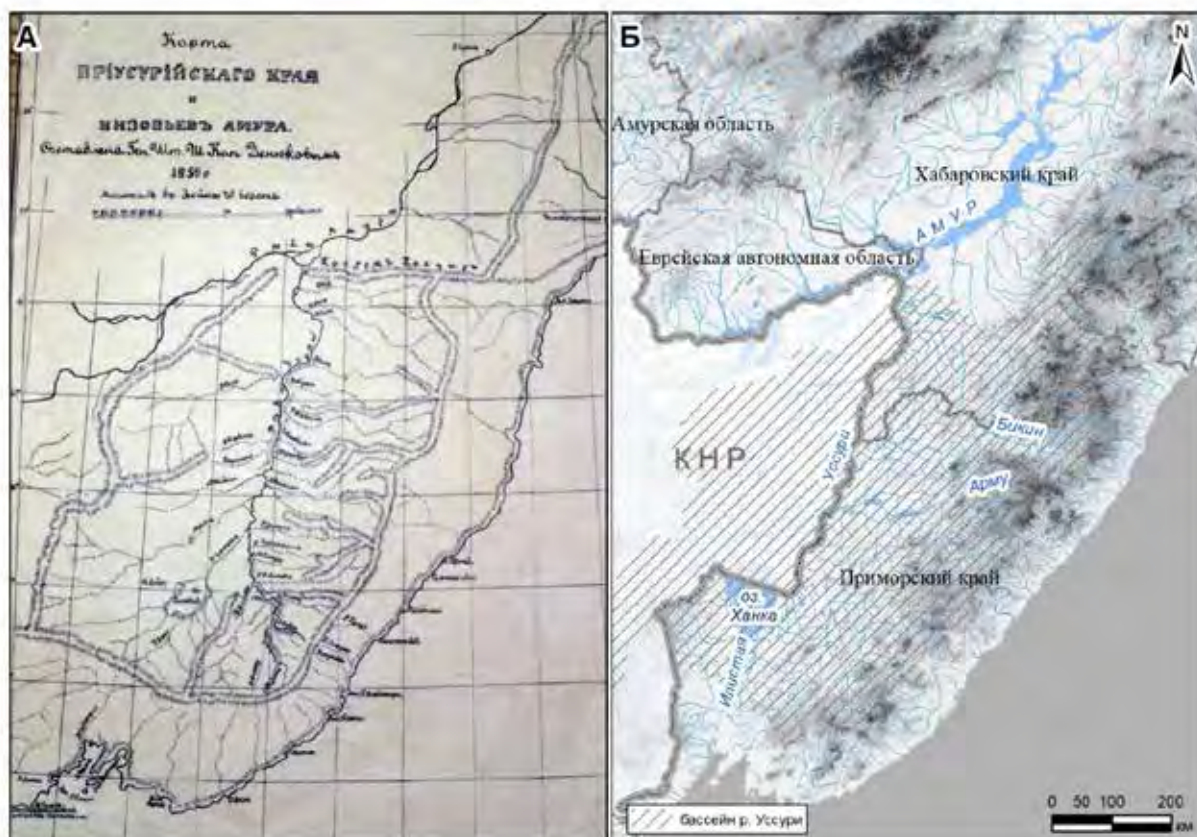


Рис. 1А. Цифровая копия карты Уссурийского края Генштаба Российской империи, составленная в 1859 г. **1Б.** Карта современного расположения Приморского и юга Хабаровского края РФ на территории б. Уссурийского края.

ходит не совпадает с реальными физико-географическим очертания Южного Сихотэ-Алиня и Уссурийско-Ханкайской долины, но простирается достаточно верно, отображая главный водораздел хр. Сихотэ-Алинь на всем его протяжении до Амура. Подписи в оригинале на карте были видны плохо, и те тексты, что удалось расшифровать нуждаются в специальной интерпретации. На «параллельной» карте (Рис. 1Б) демонстрируется та часть исторического Уссурийского края, которая принадлежит Российской Федерации (Приморский край). Как легко можно заметить при сопоставлении, что современные границы административно-территориального деления показывают, что большая часть ее принадлежит Приморскому и Хабаровскому краям РФ, меньшая - современным провинциям Хэйлуцзянь и Дзилинь КНР, соответственно. Топонимика не входила в наши задачи, поэтому отметим лишь, что се реки и часть бухт на побережье исторически носили названия, которые были даны аборигенами Приморского края – гольдами, удэгейцами, нанайцами, тазами, а также китайцами и корейцами, которые проживали на данной территории.

В географии главенствует территориальная парадигма, суть которой в том, что территорию в географии рассматривают как арену взаимодействия различных движущих сил и компонентов, развития природы и общества, их территориальную обусловленность и выраженность. Правительство Приморского края предлагают выделить восемь зон территориального развития, а именно: Владивостокская агломерация, Уссурийско-Михайловский агропромышленный узел, Находкинский транспортный узел, Партизанская агломерация, агломерация Большой Камень, Хасанский транспортный узел, Арсеньевский транспортный узел и Север Приморья. Каждая из зон будет иметь свою специализацию: сельскохозяйственная, транспортно-логистическая, авиа и судостроение, горнодобывающая, инновационно-образо-

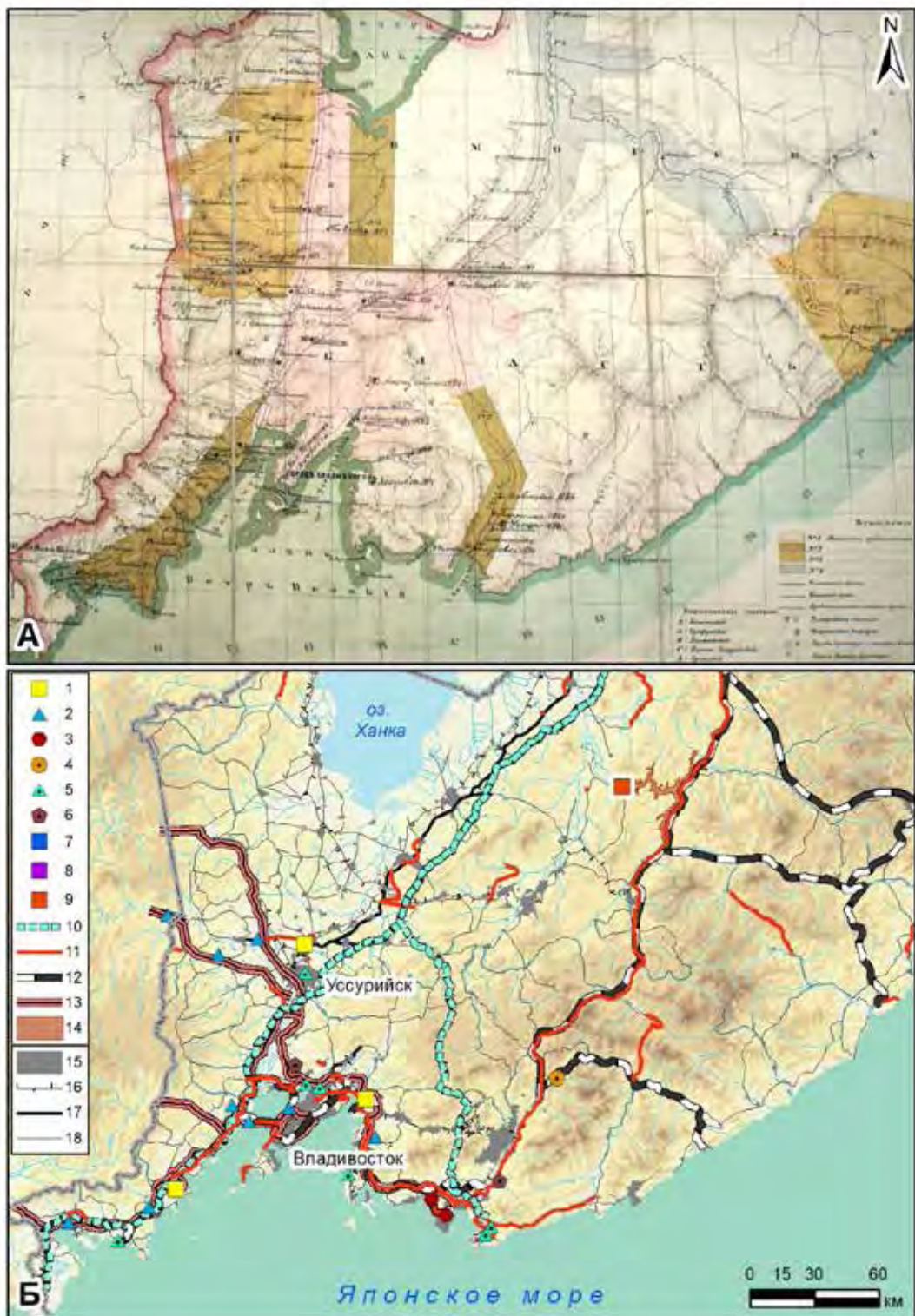


Рис. 2. А) Карта Южно-Уссурийского края (1870 г., Санкт-Петербург, картографическое заведение А. Ильина). Б – Южное Приморье в современный период. Легенда к карте 2А показана на Рис. 2Аа. В легенде карты 2Б указаны элементы инфраструктуры, существующие и планируемые, в т.ч. с участием китайских инвесторов: 1 - Сельское хозяйство; 2 – Транспорт; 3 – Энергетика; 4 – Многопрофильный объект; 5 - Морские \ речные порты; 6 – объекты гидропользования; Створы ГЭС: 7 – строящиеся; 8 - имеющиеся в утвержденных планах; 9 – Потенциальные, обсуждаемые; 10 – Трубопровод; 11 - Планируемые автодороги; 12 - планируемые жд магистрали; 13 - Транспортный коридор; 14 – Водоохранилища возможных ГЭС. Существующие объекты: 15 – Населенные пункты; 16 – жд линии; 17 – основные автомагистрали; 18 – второстепенные автодороги.

вательная и туристическая, однако, экономистами было замечено, что формирование такой модели чревато непредсказуемыми последствиями депопуляции периферийных территорий края (Рис. 2Б).

В качестве общего заключения отметим, что географическая местность является средой обитания; населенный пункт – местом жительства и размещения предприятий; предприятие – преобразователь природных ресурсов в потребительские товары с помощью труда и капитала, частью которого являются инвестиции. На сопоставленной паре исторических и современных карт показана наиболее заселенная к началу XX в., и остающаяся таковой сейчас южная часть Приморского края. Легенда исторической карты дает возможность получить «исторический срез». В качестве базового или элементарного территориального объекта должен выступать, распознаваемая как отдельный объект-актор - локалитет (от англ. – locality).

Особое внимание следует уделять изменению эколого-географических условий, где антропогенный фактор играет ведущую роль. В этом процессе даже элементарное применение технологий ГИС позволяет получать интересные сопоставления современного и исторического состояния исследуемых территорий. Экономика, которую рассматривает география, по своим задачам направлена на осуществление пространственного синтеза естественнонаучной, социально-экономической, экологической и технологической информации.

Появляется интересная возможность для переноса текстовой информации на карты, особое развитие должно быть осуществлено в плане организации тематических баз данных. В текущий период мы сочли необходимым показать помимо существующей системы расселения и инфраструктуры, объекты, для которых уже начато строительство, а также те, что запланированы к строительству на период до 2030 года. Представляет очевидную необходимость обращения к ценным историческим материалам, которые позволят получить сравнения очень необходимые для ведения качественной эколого-географической экспертизы современных программ территориального развития в Приморском крае.

МОРСКИЕ СТАЦИОНАРЫ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БЕРЕГОВОЙ МОНИТОРИНГ

Бровко П.Ф.

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Географические исследования (береговой мониторинг) дают важную и оперативную информацию о состоянии рельефа и других абиотических факторов окружающей среды. Исследования проводятся на морских стационарах или как полустационарные исследования на береговых полигонах. Приведены примеры изучения полигонов в Охотском и Японском морях, выполняемые Институтом Мирового океана Дальневосточного федерального университета

Ключевые слова: морские стационары, полустационарные исследования, береговой мониторинг, Охотское море, Японское море, остров Сахалин, залив Петра Великого.

MARINE SCIENTIFIC STATIONS: GEOGRAPHICAL RESEARCH AND COASTAL MONITORING

Brovko P.F.

Far East Federal University, Vladivostok, Russia

Abstract: Geographic surveys (coastal monitoring) provide an important and operational information about the state of the relief and other abiotic factors of environment. Research is carried out at offshore stations or as semi-stationary studies at coastal ranges. Examples of studying polygons in the Sea of Okhotsk and the Sea of Japan, carried out by the Institute of the World Ocean of Far Eastern Federal University are presented here.

Keywords: marine stations, semi-stationary studies, coastal monitoring, Sea of Okhotsk, Sea of Japan, Sakhalin Island, Peter the Great Bay.

Стационарные физико-географические исследования – это комплекс научно-исследовательских работ, проводимых на базе регулярной деятельности географических стационаров (их сети) с целью изучения особенностей функционирования, динамики и развития ландшафтных комплексов в течение длительного времени. Изучаются пространственно-временные закономерности природных и антропогенных процессов и явлений в географических ландшафтах и их компонентах.

Программа работ стационаров может быть различной в зависимости от тематики, природных условий территории и обеспеченности кадрами. Различают отраслевые (геоморфологические, гидрометеорологические и др.), тематические (например, эрозионные) и комплексные стационарные географические исследования.

Полустационарный способ организации физико-географических исследований предусматривает изучение ПТК не непрерывно в течение года, а периодически – в периоды наиболее характерных состояний, что позволяет сократить расходы на проведение полевых работ и значительно расширить круг исследуемых комплексов. Правильно организованные полустационарные наблюдения позволяют получить достаточно надежный фактический материал с количественными показателями, что очень важно для понимания направленности и скорости природных процессов.

Многолетние стационарные и полустационарные исследования в различных природных зонах Евразии проводятся в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Институте степи УРО РАН (г. Оренбург), Институте географии Сибири СО РАН (г. Иркутск), Тихоокеанском институте географии ДВО РАН (г. Владивосток) и др. организациях. Эти ис-

следования охватывают континентальные районы, иногда с включением речных и озерных комплексов. Между тем, берег Мирового океана протяженностью 777 тыс. км представляет собой уникальный контактную зону «суша – море», где активно взаимодействуют гидросфера, литосфера, атмосфера и биосфера [9]. Длительное хозяйственное освоение прибрежной зоны и воздействие на нее особо опасных природных явлений вызывает необходимость создания сети морских стационаров для отслеживания, оценки ущерба и прогнозирования таких явлений, имеющих порой характер природных катастроф.

Существующие в России морские стационары относятся, преимущественно, к двум направлениям фундаментальных исследований природы прибрежной зоны Мирового океана: океанологическому и биологическому.

Морская экспериментальная станция (МЭС) Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН, расположена в бухте Алексева на острове Попова. МЭС основана в 1986 г. для осуществления научных задач, связанных с проведением натурных измерений в области гидро- и геофизики, испытаний инновационных методов и приборов. Создан комплекс дистанционного оптического зондирования, позволяющий получать информацию о состоянии морской поверхности и биооптические характеристики морской воды; станция оборудована пунктом мониторинга геомагнитного поля. На МЭС развернуты локальные сети, которые с помощью радиоканалов магистральной телекоммуникации сети залива Петра Великого подключены к сети ДВО РАН, что позволяет иметь полноценный доступ к информационным ресурсам ДВО сотрудникам экспедиционных отрядов, выполняющих полевые работы.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сахалинское УГМС» в 1970-90 гг. на станции «Одопту» (северо-восточное побережье Сахалина) проводило исследования ледяного покрова. Помимо традиционных вертолетных десантов и береговых наблюдений выполнены уникальные измерения скорости и направления движения ледяных полей при помощи судовых радиолокаторов (РЛС), установленных на специальных береговых вышках. Получены данные о влиянии торосов на динамику берегов и формирование рельефа верхнего шельфа, воздействии льда на морские ледостойкие основания [1].

Морская биологическая станция (МБС) «Восток» Национального научного центра морской биоты ДВО РАН расположена в заливе Петра Великого (пос. Авангард). При хорошем материальном оснащении (маломерный флот, аквариальный корпус, водолазная служба и др.) биостанция организует исследования по различным направлениям морской биологии. Ведутся также метеорологические и гидрологические наблюдения, специальные исследования с использованием подводных аппаратов. На МБС работают российские и зарубежные ученые, проводятся учебные практики.

Морские биологические и океанологические стационары расположены в относительно защищенных от волнения открытого моря акваториях: заливах, бухтах, лагунах и обычно в хорошей транспортной доступности. Эти два фактора позволяют выполнять эксперименты, практически не прерываясь на непогоду, и проводить частую смену научного состава, включая молодых ученых, аспирантов, студентов.

Аналогичные условия имеет и научно-экспериментальная база Тихоокеанского института географии ДВО РАН «Смычка», расположенная на побережье Японского моря. На базе выполняется комплекс круглогодичных наблюдений за различными природными компонентами и процессами. Основная задача стационара: обеспечение четкой, бесперебойной работы сотрудников, ведущих сезонные или круглогодичные систематические климатические, биогеоценотические, гидрологические, геохимические и другие наблюдения на специально оборудованных площадках, а также первичную обработку полученных материалов. С включением в программу исследований берегового мониторинга станция может стать примером морского географического стационара. Опыт работ подобного рода в районе станции известен [8].

Большое теоретическое и практическое значение для освоения береговой зоны моря имеют длительные геоморфологические наблюдения за морфодинамикой, гидродинамикой и литодинамикой побережья (береговой мониторинг) в различных морфоструктурных и морфоклиматических зонах [3]. Полевые работы могут проводиться в местах труднодоступных, малонаселенных, часто на открытом морском берегу. Создание стационаров при этом нецелесообразно с экономической точки зрения; рекомендуются полустационарные исследования (ПСИ) на полигонах.

Такие исследования охватывают разные периоды: от несколько дней или часов, при оценке, например, эффектов воздействия на берега торошения льда, выбросов вулканических продуктов при извержениях, штормовых нагонов, цунами и др., до сезонов года и даже нескольких лет – при оценке темпов абразии клифов, сложенных породами разной прочности, динамики аккумулятивных форм, движения береговой линии речных и приливных дельт. Применяется широкий спектр методов [7]. Так, литодинамические процессы изучаются инструментально, через планы деформации, профилирование пляжей, повторные промеры, повторную съемку устьев рек и лагунных проливов. Широко используются материалы аэрофото- и космических съемок, в последние годы – применение беспилотных летательных аппаратов [10].

Участок ПСИ выходит далеко за пределы стационарных точек наблюдения. Так, анализ заносимости порта в вершине бухты требует продления участка наблюдения до входных мысов, абразия которых часто является источником наносов песчаного или гравийно-галечного состава. Поэтому полустационарные наблюдения проводятся на полигонах протяженностью вдоль береговой линии в десятки километров. В Дальневосточном государственном университете – ДВГУ (ныне ДВФУ), полустационарные исследования организованы профессором В.И. Лымаревым в 1965 г. и выполняются на 20 полигонах в Охотском и Японском морях [4]. В нынешнем столетии береговые ПСИ активно проводятся также в Институте морской геологии и геофизики ДВО РАН [2]. Приведем несколько примеров:

Полигон Уркт (с 1972 г.). Абразионно-аккумулятивный выровненный берег протяженностью 28 км. По реперам, установленным на морской цокольной террасе между малыми лагунами, получены темпы абразии до 4-5 м/год и скорость смещения всей абразионно-аккумулятивной системы до 2-3 м/год, с надвиганием морских песков на лагунные илы.

Полигон Набиль (с 1975 г.). Аккумулятивный лагунный берег протяженностью 28 км. Установлено смещение лагунного пролива Асланбекова в северном направлении до 30 м/год [1]. Между полигонами Уркт и Набиль, при размыве песчаной косы, отделяющей от моря лагуну Даги в 2004 г. возник глубокий пролив шириной 0,9 км. Отсеченная проливом южная часть косы образовала новый остров, длиной 2,9 км, шириной 0,6 км. По нашему предложению остров получил имя В.П. Зенковича – выдающегося геоморфолога и океанолога, д.г.н., профессора, основателя отечественной школы комплексного береговедения. Пролив предложено назвать именем А.Т. Владимирова – ученика В.П. Зенковича, исследователя берегов Сахалина.

Полигон Слепиковского (с 1980 г.). Аккумулятивный берег (12 км). Своеобразный природный комплекс с дюнным массивом и широким песчаным пляжем – памятник природы, с маяком на мысу. Установленные темпы и факт размыва берега потребовали, по инициативе ДВГУ, проведения комплекса мероприятий по сохранению уникального объекта природного и культурного наследия [5].

Полигон Буссе (с 1969 г.). Аккумулятивный лагунный берег протяженностью 10 км. Уникальная лагуна – идеальный объект для создания хозяйств марикультуры и развития прибрежно-морского экологического и гастрономического туризма. Предложено создать на базе Буссе и расположенных рядом лагун национальный парк [6].

Полигон Баклан (с 1988 г.). Абразионно-аккумулятивный бухтовый берег – 18 км. Идеальное место для развития пляжно-купальной рекреации. Использование БПЛА в последние

годы обнажило ряд проблем, когда природное загрязнение пляжа (выбросы водорослей, вызванные хозяйственной деятельностью) усложняет организацию отдыха.

Полигон Шепалова (с 2020 г.). Абразионно-аккумулятивный берег протяженностью 10 км. Открытая бухта, подверженная влиянию штормового волнения и нагонов при прохождении тайфунов. Ночью 3 сентября 2020 во время тайфуна MAYSAK волнением были нарушены строения и подпорные стенки. К июлю 2021 г, началу сезона, жилые и вспомогательные строения были отремонтированы; продолжалось строительство защитных стенок. Выбранная конструкция – габионы (металлическая сеть с каменным наполнителем), сооружалась прямо на пляже, в отдельных случаях в 6-8 м от уреза в штилевую погоду. Это недолговечная конструкция. Наблюдения продолжаются [5].

Полустационарные геоморфологические исследования объективно являются удачной формой проведения изысканий под промышленное и гражданское строительство, прокладку коммуникаций, создание хозяйств марикультуры, развитие туристского комплекса. Полученная при таких исследованиях информация находит свое применение в проектах освоения новых прибрежных территорий и реконструкции уже используемых в разных видах хозяйственной деятельности. Полученные данные находят применение в учебном процессе Института Мирового океана Дальневосточного федерального университета. Необходимо создание учебно-научного морского географического стационара для ИМО ДВФУ в заливе Петра Великого. Перспективно также включение берегового мониторинга в программы существующих морских стационаров.

Литература

1. Атлас береговой зоны Сахалина / под ред. П.Ф. Бровко. Владивосток: ДВГУ-ПГУАП, 2002. 56 с.
2. Афанасьев В.В. Морфолитодинамические процессы и развитие берегов контактной зоны субарктических и умеренных морей Северной Пацифики. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2020. 234 с.
3. Береговые процессы: мониторинг и инновационные комплексные исследования: Учебное пособие / В.С. Исаев, А.В. Кошурников, Е.И. Игнатов и др. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2018. 246 с.
4. Бровко П.Ф. Дальневосточная научная школа комплексного береговедения // Береговые исследования в Тихоокеанской России. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал ун-та, 2020. С. 9-27.
5. Бровко П. Ф., Волкова Д. И., Малюгин А. В. Геомониторинг процессов абразии и аккумуляции в береговой зоне Японского и Охотского морей // Вестник Сахалинского музея. № 4 (37), 2021. С. 8-21.
6. Бровко П.Ф. Господин Н.В. Буссе: человек и лагуна // XXIV Чеховские чтения: Мат-лы регионал. научной конф. Южно-Сахалинск: ООО «Эйкон», 2021. С. 110-116.
7. Буданов В.И. Методика экспедиционных исследований береговой зоны моря. М.: Наука, 1964. 224 с.
8. Геоморфология бухтовых берегов и подводного склона Приморья Японского моря / Е.И. Игнатов, М.Ю. Лохин, А.В. Никифоров, В.В. Фроль. Смоленск: «Маджента», 2004. 192 с.
9. Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: Наука, 1961. 418 с.
10. Цветков В.Я., Ознамец В.В., Мониторинг литорали с применением беспилотного летательного аппарата // Геодезия и картография. 2020. № 5. С. 2-10. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-959-5-2-10

ГОДОВОЙ ХОД ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ КОМСОМОЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

Ван П.С.

ФГБУ «Заповедное Приамурье»

Аннотация: Представлены первые результаты трехлетнего наблюдения за температурным режимом почв кедрово-широколиственных лесов Комсомольского заповедника, расположенного в Нижнем Приамурье. Почвенную температуру фиксировали логгером-термохроном на глубине 10 см в период с декабря 2016 по апрель 2019 годов. Для исследуемой глубины рассчитаны средняя годовая, средние месячные, минимальная и максимальная среднесуточные температуры почвы. Показано, что годовой ход температуры почвы определяется температурой воздуха и высотой снежного покрова. Установлено, что запаздывание тепловой волны в почву на глубину 10 см составляет в среднем 34 дня.

Ключевые слова: температура почвы, среднемесячная температура, среднегодовая температура, Нижнее Приамурье.

ANNUAL VARIATION OF SOIL TEMPERATURE IN THE CEDAR-BROAD-LEAVED FORESTS OF THE KOMSOMOLSKY NATURAL RESERVE (LOWER AMUR REGION)

Van P.S.

Federal State-Funded Institution "Zapovednoye Priamurye"

Annotation: This article describes the first results of three-year soil temperature observation in the cedar-broad-leaved forests of the Komsomolsky Natural Reserve in the Lower Amur Region. The soil temperature was registered with a thermochron logger at the depth of 10 cm (12.2016 – 04.2019). The author calculated average annual, average monthly, minimum and maximum average daily soil temperatures for the studied depth. The annual course of soil temperature is determined by the air temperature and the height of the snow cover. The delay of the heat wave into the soil to the depth of 10 cm is 34 days on average.

Keywords: soil temperature, average monthly temperature, average annual temperature, Lower Amur region.

Температурный режим почв Нижнего Приамурья на сегодняшний день слабо изучен (Природные условия, 1973; Петренко, 2014; Шарая, Ван, 2021). Между тем, гидротермические условия рассматриваются в качестве ведущего фактора структурно-функциональной организации почвенного и растительного покрова (Архангельская, 2009).

Заповедник «Комсомольский» расположен в Амурско-Приморской физико-географической стране, Нижнеамурской области и южной приграничной части одноименной с ней провинции (Криволицкий, 1968). Территория заповедника охватывает один из сохранившихся в Нижнем Приамурье крупных массивов темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов, произрастающих в условиях муссонно-континентального климата. Под лесными сообществами распространены почвы буроземного типа: в южнотаежных и подтаежных лесах буроземы грубогумусовые, а в субнеморальных – буроземы.

Исследования проводились на постоянной пробной площади в кедрово-широколиственном лесу (N 50°44'13,7" E 137° 23'51') неподалеку от горы Серголь. Древостой состоит из березы плосколистной, клена зеленокорого и мелколистного, сосны корейской и пихты белокорой. Кустарниковый ярус образуют лещина маньчжурская, жимолость Максимовича, таволга уссурийская, бересклет большекрылый, элеутерококк колючий, шиповник иглистый.

Травяно-кустарничковый ярус разнотравный с доминированием *Carex globularis*. Тип почвы: бурозем.

С целью мониторинга изменения температуры почвы в течение года на глубине 10 см в почву был установлен логгер-термохрон DS1921G-F5 с точностью измерения 0,1 °С. Термохрон эксплуатировались в период с декабря 2016 г. по апрель 2019 г. с перерывом в 2017 г. с июня по сентябрь.

Построение графиков, расчет средних арифметических и расчет коэффициентов корреляции проводился в программе Microsoft Excel 7.0.

За период наблюдения среднегодовая температура воздуха составила -0,3 °С, что на 0,6 °С и на 1,9 °С больше среднегодовой температуры для заповедника «Комсомольский» и Нижнего Приамурья, соответственно (Ван, 2020). В зимний период в декабре, январе и феврале температура воздуха опускалась ниже 30 °С. Минимальная температура воздуха зафиксирована 23 января 2018 года – -37,5 °С. Первые заморозки наблюдаются в начале октября, последние – в конце апреля. Наиболее теплый месяц – июль. В это время максимальная среднесуточная температура воздуха превышала 30 °С. Самый холодный год за исследуемый период – 2018, когда среднегодовая температура воздуха составила -1,5 °С. Наиболее теплый год – 2017 со среднегодовой температурой воздуха 0,7 °С. Снежный покров начинает формироваться в начале ноября. Максимальной мощности он достигает в январе и середине марта: 34 и 38 см, соответственно.

Анализ температуры почвы на глубине 10 см показал, что среднегодовая температура почвы составляет 4,4 °С (Табл. 1). Минимальные значения среднемесячной температуры наблюдаются в феврале – -2,3 °С. Максимальная температура почвы по данным 2018 года зафиксирована в августе – 14,1 °С. При этом наименьшая среднемесячная температура воздуха зафиксирована в декабре–январе, а наибольшая в июле (рис. 1), что говорит о запаздывании передачи тепловой волны в почву на глубину 10 см примерно в 1 месяц.

Таблица 1

Средние месячные и годовая температура почвы на глубине 10 см

Месяцы	Годы				Среднее за наблюдаемые годы
	2016	2017	2018	2019	
Январь	-	-3,4	-1,4	-1,5	-2,1
Февраль	-	-2,4	-2,7	-1,8	-2,3
Март	-	-0,9	-1,8	-1	-1,2
Апрель	-	0,3	0	-0,1	0,1
Май	-	8,4	3,7	-	6
Июнь	-	-	9,2	-	9,2
Июль	-	-	13,8	-	13,8
Август	-	-	14,1	-	14,1
Сентябрь	-	-	10,6	-	10,6
Октябрь	-	5,4	6,3	-	5,8
Ноябрь	-	0,7	1,5	-	1,1
Декабрь	-3,5	-1,1	-0,5	-	-1,7
Средняя годовая	-	-	4,4	-	4,4

В течение года среднемесячная температура почвы тесно связана с ходом температуры воздуха (рис. 1): коэффициент корреляции (k) составляет 0,92 ($p < 0,0001$). При этом в зимний период связь между температурами ниже, чем в летний: коэффициент корреляции составля-

ет 0,66 и 0,86, соответственно. В холодное время температура почвы больше связана с высотой снежного покрова (рис. 2), причем связь отрицательная: $k=-0,86$ ($p<0,0001$).

Максимальная среднесуточная температура почвы на глубине 10 см зафиксирована в конце июля 2018 года, составив 16,7 °С. В этот же день температура воздуха составляла 31 °С. Самая низкая температура почвы наблюдалась в зимний период 2016–2017 годов, в конце декабря 2016 года и составила -4,5 °С при температуре воздуха в эти дни (-24)–(-27) °С. В зимние периоды 2017–2018 и 2018–2019 годов минимальные температуры почвы зафиксированы в феврале и составили -3 °С и -2,5 °С при температуре воздуха (-19)–(-23) °С и -35 °С, соответственно.

Переход к отрицательным значениям температуры почвы происходит в среднем 2 декабря, к положительным – 22 апреля (Табл. 2). Разница между переходом от отрицательных значений температуры воздуха к таковым почвы составляет в среднем 28 день, а к положительным – 40 дней.

Таким образом, в теплый период года ход температуры почвы в кедрово-широколиственных лесах заповедника «Комсомольский» определяется температурой воздуха. В холодный период к этому фактору добавляется высота снежного покрова. Самые низкие среднесуточные температуры почвы наблюдаются в декабре и феврале, самые высокие – в июле. В среднем запаздывание передачи тепловой волны в почву на глубину 10 см составляет 34 дня.



Рис. 1. Распределение температуры почвы на глубине 10 см в зависимости от температуры воздуха

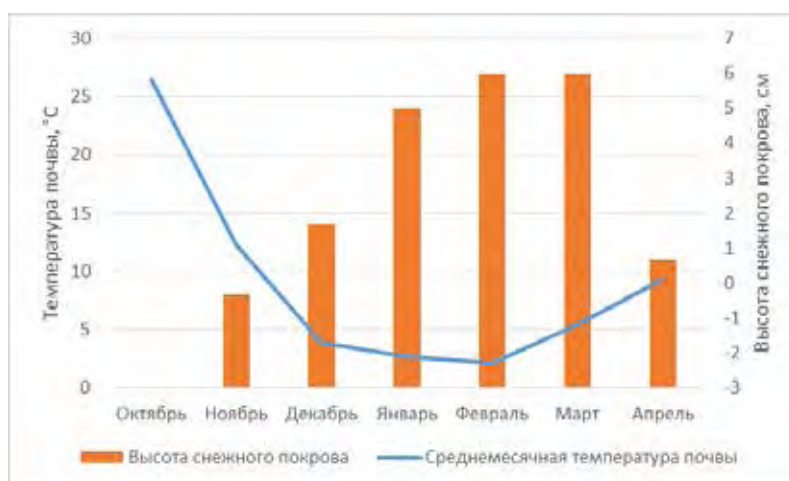


Рис. 2. Распределение температуры почвы в холодный период в зависимости от высоты снежного покрова

Таблица 2

Даты перехода температуры почвы через 0 °С

Зимний сезон (годы)	Дата перехода ниже 0 °С	Дата перехода выше 0 °С
2016-2017	-	17 апреля
2017-2018	27 ноября	2 мая
2018-2019	9 декабря	25 апреля
Среднее за годы наблюдений	2 декабря	22 апреля

Литература

1. Шарая Л.С., Ван П.С. Закономерные изменения температур почвы на территории заказника «Удьяль» (Нижнее Приамурье) // География и природные ресурсы – 2021 – Т. 42 – №2 (166) – С. 51–58.
2. Петренко П.С. Моносистемная организация лесных биогеоценозов на бореальном экотоне Нижнего Приамурья // Известия Самарского научного центра РАН / Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН – 2014 – Т. 16 – №1. – С. 84 – 92.
3. Природные условия Удьяль-Кизинской низменности / ред. А.М. Ивлева. Новосибирск: Наука, 1973. – 192 с.
4. Архангельская Т.А. Параметризация и математическое моделирование зависимости температуропроводности почвы от влажности // Почвоведение – 2009 – № 2 – С. 178–188.
5. Кривоуццкий А.Е. Амурско-Приморская страна // Физико-географическое районирование СССР: характеристика региональных единиц / под редакцией проф. Н.А. Гвоздецкого. – М.: Типография издательства МГУ, 1968. – С. 503–542.
6. Ван П.С. Распределение температуры воздуха и осадков на территории заповедника «Комсомольский» / Региональные проблемы – 2020 – Т. 23 – №4 – С. 3–10.

**РОССИЙСКО-ЯПОНСКИЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА СТАЦИОНАРЕ «БОЛГИТ» КФ ТИГ ДВО РАН
(ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА) В 2003-2006 ГГ**

Ветрова В. П., Вяткина М. П., Казаков Н.В.

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Аннотация. *Российско-японские ботанические исследования на стационаре «Болгит» КФ ТИГ ДВО РАН (Центральная Камчатка), проводились в 2003-2006 гг в рамках проекта, финансируемого Корпорацией науки и технологий Японии. В исследованиях принимали участие сотрудники лаборатории экологии растений КФ ТИГ ДВО РАН, Отдела криосферных исследований Института низких температур Хоккайдского университета (Саппоро), а также ботаники из БИН РАН, Петербургского государственного университета и БПИ ДВО РАН. В задачи исследований входило изучение видового состава, структуры и ландшафтно-экологического распределения растительных сообществ в горных экосистемах Центральной Камчатки. Геоморфологические исследования были направлены на описание почв и определение глубины залегания мерзлоты на пробных площадях, заложенных в разных условиях по высотному профилю. В результате комплексных ботанических и геоморфологических исследований получены новые данные о разнообразии растительных сообществ, структуре и продуктивности лиственничных горных лесов Центральной Камчатки, о связи распространения мерзлоты с рельефом и растительностью.*

Ключевые слова: *лиственничные леса, динамика растительности, морфология почвы, мерзлота, Камчатка*

**RUSSIAN-JAPANESE BOTANICAL RESEARCHES AT THE STATION “BOLGIT”
OF KF TIG FEB RAS (CENTRAL KAMCHATKA)
IN 2003-2006 YEARS**

Vetrova V.P., Vyatkina M.P., Kazakov N.V.

*Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*

Annotation: *Russian-Japanese botanical researches at the station “Bolgit” KF TIG FEB RAS (Central Kamchatka) were carried out in 2003-2006 within the framework of a project funded by the Japan Science and Technology Corporation. Employees of the laboratory of plant ecology of the KF TIG FEB RAS, the Department of Cryosphere Research of the Institute of Low Temperatures of the Hokkaido University (Sapporo), as well as botanists from the BIN RAS, St. Petersburg State University and the BPI FEB RAS took part in the research. The objectives of the research included the study of the species composition, structure and landscape-ecological distribution of plant communities in the mountain ecosystems of Central Kamchatka. Geomorphological studies were aimed at describing soils and determining the depth of permafrost occurrence in sample plots established under different conditions along the altitudinal profile. As a result of comprehensive botanical and geomorphological studies, new data have been obtained on the diversity of plant communities, the structure and productivity of larch mountain forests in Central Kamchatka, and on the relationship between permafrost distribution and relief and vegetation.*

Key words: *Larch forests, vegetation dynamics, soil morphology, permafrost, Kamchatka*

Совместные исследования с японскими учеными проводились в 2003-2006 годах в рамках двухсторонних соглашений о сотрудничестве между лабораторией экологии растений КФ ТИГ ДВО РАН и Отделом криосферных исследований Института низких температур Хоккайдского университета (Саппоро). Проект финансировался Корпорацией науки и технологий Японии и был направлен на проведение почвенно-ботанических исследований для многофакторного анализа параметров экосистем, характеризующих водно-энергетический и углеродный циклы. Исследования являлись частью проекта, выполняемого российскими и японскими учеными по оценке пространственно-временной изменчивости водно-энергетического и угле-

родного циклов (WEC – циклов) в бореальных лесах Дальнего Востока и математическому моделированию изменений WEC-циклов при глобальных изменениях окружающей среды. Основные исследования на Камчатке были направлены на изучение взаимосвязи между режимом солнечной радиации и продуктивностью леса. В задачи исследований, выполняемых на базе стационара «Болгит» КФ ТИГ, входило изучение структуры и продуктивности лиственных лесов Центральной Камчатки, изучение связи распространения мерзлоты почв с рельефом и растительностью. Кроме сотрудников лаборатории экологии растений КФ ТИГ с российской стороны принимали участие ботаники из БИН РАН (Нешатаева В.Ю., Чернядьева И.В.), Петербургского государственного университета (Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С.) и БПИ ДВО РАН (Якубов В.В., Бакалин В.А.).

Были проведены полевые исследования видового состава, структуры и ландшафтно-экологического распределения растительных сообществ в горных экосистемах Центральной Камчатки. Подробная информация о древостоях и почвенном покрове была собрана с 25 участков 20x20 м, расположенных в репрезентативных районах в пределах каждого типа леса. Площадь исследования охватывала 2500 км² лиственных лесов в двух регионах, относящихся к предгорно-долинному району Центральной Камчатки и высокогорному району Срединного хребта. В Центрально-Камчатской депрессии исследуемые участки были расположены в долине реки Камчатка на водоразделе рек Шехлун и Сехлун, и к югу – между левыми притоками реки Камчатка – реками Быстрая и Тополовая. Некоторые пробные площади были расположены недалеко от Козыревска и в районе реки Студеная.

Геоморфологические исследования проводились в горных лиственных лесах для характеристики морфологии почв и распространения мерзлоты. Описание почв и определение глубины залегания мерзлоты выполнено на пробных площадях, заложенных в разных геоморфологических условиях по высотному профилю.

В результате комплексных ботанических и геоморфологических исследований получены данные о разнообразии растительных сообществ, структуре и продуктивности лиственных горных лесов Центральной Камчатки, о связи распространения мерзлоты с рельефом и растительностью. Анализ полученного материала позволил нам охарактеризовать особенности развития растительного покрова в районе исследований, флористические и ценологические особенности ассоциаций, их экологический и динамический статус, проанализировать возрастную структуру древостоев (Нешатаева и др., 2009). Было показано, что горные лиственные редколесья являются коренными климаксовыми сообществами, а длительнопроизводные сообщества лиственничников долины р. Камчатка, подверженные вулканогенным и антропогенным факторам, представляют собой многовековой диаспорический субклимакс. Показано, что в Центральной Камчатке наиболее распространенными группами ассоциаций являются лиственничники кустарниково-разнотравные, лиственничники багульниковые и лиственничники кедровостланиковые (Нешатаева и др., 2009). С лиственничниками багульниковыми, имеющими послепожарное происхождение, динамически связаны лиственничники лишайниковые и брусничные. Лиственничники в значительной мере вырублены, пройдены пожарами и замещаются производными сообществами. В предгорьях Срединного хребта сохраняются лишь разрозненные участки коренных старовозрастных лиственничников, нуждающихся в особой охране. Наиболее высокопродуктивными в районе исследований являются лесные сообщества лиственничников кустарниково-разнотравных. В древесном пологе этого участка преобладала более старая лиственница, запас древесины варьировал от 530 до 600 м³/га (максимум 1165 м³/га), структура древостоя обычно была одноярусной. Многоярусные древостои возникли на выгоревших участках, характеризующихся преобладанием березы, и (или) ели в промежуточных и нижних ярусах. Запас древесины в этих лесах снижался до 200-250 м³/га. Лесные сообщества лиственничников багульниковых показали высокую и умеренную про-

дуктивность, структура древостоя, как правило, была одно- или двухъярусной, запас древесины достигал 500 м³/га. Характеристики структуры и продуктивности лиственничных древостоев (соотношение H/D, площадь поперечного сечения и запас древесины) варьировали в зависимости от плотности древостоев.

Анализ восстановления леса после пожаров показал, что в процессе развития древостоев характер взаимодействия *Betula platyphylla* -*Larix cajanderi* менялся от ранних стадий слабой конкуренции за почвенные ресурсы, до более поздних стадий конкуренции за свет (Dolezal et al., 2004). *B. platyphylla* имела устойчивый рост в диаметре в течение первых 25 лет после пожара, после чего ее рост замедлился. В дальнейшем в этих древостоях прогнозируется доминирование *L. cajanderi* и *Pinus pumila*. Моделирование роста кедрового стланика в березово-лиственничных древостоях послепожарного происхождения показало, что пространственная схема расселения *P. pumila* не связана с распределением окон в пологе древостоев и что негативное влияние *L. cajanderi* на рост *P. pumila* было сильнее, чем у *B. platyphylla* (Okuda et al., 2008).

Изучение растительного покрова и глубины залегания многолетней мерзлоты в зоне ее спорадического распространения в долине р. Уксичан (Центральная Камчатка) выявило взаимосвязь обоих компонентов биогеоценоза и их сопряженное развитие (Бакалин, Ветрова, 2008). В лиственничных редколесьях с доминированием в напочвенном покрове зеленых лесных мхов глубина залегания многолетней мерзлоты около 60 см. При сфагновом напочвенном покрове мерзлота поднимается на глубину до 40-20 см. При кустарничково-лишайниковом напочвенном покрове глубина оттаивания почвы увеличивается. Сделано предположение о возможности циклической сукцессионной смены растительных сообществ в лиственничных редколесьях на мерзлотных почвах, включающей 4 стадии: зеленомошную, сфагновую, лишайниковую и кустарничковую (Бакалин, Ветрова, 2008). Пожары уничтожают кедровый стланик и моховой покров, способствуя увеличению оттаивания почв и, в некоторых случаях, деградацию мерзлоты. В нарушенных пожарами стадиях развиваются пионерные моховые или травянистые сообщества.

Геоморфологические исследования показали, что поверхностный органический слой, является наиболее важным фактором, определяющим наличие или отсутствие мерзлоты в этом районе (Fukui et al., 2008; Казаков, 2009). Мерзлота присутствует в лиственничных редколесьях под поверхностями, покрытыми сфагнумом или кедровым стлаником, но отсутствует под березовым лесом. Теплопроводность в середине сентября была низкая в сфагнуме (0,07–0,19 Вт/(м·К)) и в толстом (13-20 см) слое подстилки под участками, покрытыми кедровым стлаником (0,06-0,09 Вт/(м·К)). Сезонные изменения температуры грунта под кедровым стлаником показали, что подстилка на поверхности предотвращает повышение температуры грунта на глубине летом, что приводит к образованию тонкого активного слоя (несколько дециметров).

Проведенные совместные исследования позволили получить новые данные о биоразнообразии и динамике экосистем лиственничных горных лесов Центральной Камчатки, о связи распространения мерзлоты с рельефом и растительностью.

Литература

1. Бакалин В.А., Ветрова В.П. Взаимосвязь растительности и мерзлоты в зоне спорадического распространения многолетней мерзлоты на Камчатке // Экология, 2008, №5. С. 338-346.
2. Казаков Н.В. Некоторые особенности почвообразования в контактной зоне кедрового и ольхового стлаников в горном тундролесье Камчатки // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009, № 1, выпуск 13. Петропавловск-Камчатский. С. 26-32.
3. Нешатаева В.Ю., Вяткина М.П., Нешатаев В.Ю. Лиственничные леса и редколесья из *Larix cajanderi* (*Pinaceae*) Центральной Камчатки // Ботанический журнал. 2009. Т.94. № 4. С. 492 – 521.

4. Dolezal J., Ishii H., Vetrova V., Sumida A., Hara T. Tree Growth and Competition in a *Betula platyphylla*–*Larix cajanderi* Post-fire Forest in Central Kamchatka // *Annals of Botany*. 2004. V. 94. P. 333–343.
5. Fukui K., Sone T., Yamagata K., Otsuki Y., Sawada Y., Vetrova V., Vyatkina M. Relationships between permafrost distribution and surface organic layers near Ezzo, Central Kamchatka, Russian Far East // *Permafrost and periglacial processes*, 2008. V. 19, Issue 1. P. 85-92.
6. Okuda M., Sumida A., Hiroaki I., Vetrova V. P, Hara T. Establishment and growth pattern of *Pinus pumila* under a forest canopy in central Kamchatka // *Ecological Research*. 2008, vol. 23, No 5. P. 831-840.

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА БЕРЕЗОВСКОМ ЛЕСОСТЕПНОМ СТАЦИОНАРЕ (НАЗАРОВСКАЯ КОТЛОВИНА)

Воробьева И.Б.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Аннотация. *Режимные стационарные исследования Назаровской лесостепи, в центральных районах Красноярского края, начались во второй половине XX века. Территория исследования относится к староосвоенным районам со сложившейся структурой хозяйства. Определение гидротермических условий и оценку особенностей динамики органического вещества почв геосистем контакта степи и тайги проводили на ландшафтно-геохимических профилях «Ашпан» и «Отножка». Установлено, что в профиле «Ашпан» изменения мобильного органического вещества отражают динамическое состояние лесостепных геосистем в связи с глобальными и региональными изменениями климата почв (температуры и запасов влаги) на склонах разных экспозиций. Обнаружено, что колебания климатических параметров почв островной лесостепи обусловлены ее расположением на границе леса и степи. В почвах профиля «Отножка» направление водорастворимых форм кальция, магния, углерода и гидротермического режима почв определяется в основном рельефом местности – от положительных форм к днищу лога. Выявлено, что в черноземе обыкновенном луговатом температурная кривая более крутая и температуры промерзания более низкие, чем в лугово-болотной почве. Отрицательные температуры в лугово-болотной почве показывают более поздний переход через ноль и более высокие значения температуры.*

Ключевые слова: *режимные наблюдения, Назаровская лесостепь, ландшафтно-геохимический профиль, температура почвы, органическое вещество*

LONG-TERM INVESTIGATIONS OF THE DYNAMIC STATE OF FOREST-STEPPE AND STEPPE GEOSYSTEMS UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AT THE BEREZOVSKAYA FOREST-STEPPE STATION (NAZAROVSKAYA HOLLOW)

Vorobyeva I.B.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS

Annotation: *Regime stationary studies of the Nazarov forest-steppe, in the central regions of the Krasnoyarsk region, began in the second half of the twentieth century. The research area belongs to the old-developed areas with the established structure of the economy. Determination of hydrothermal conditions and assessment of the dynamics of soil organic matter of the steppe and taiga contact geosystems were carried out on the landscape-geochemical profiles «Ashpan» and «Otnozhka». It is established that in the «Ashpan» profile, changes in mobile organic matter reflect the dynamic state of forest-steppe geosystems due to global and regional changes in soil climate (temperature and moisture reserves) on the slopes of different exposures. It was found that fluctuations in the climatic parameters of the soils of the island forest-steppe are due to its location on the border of the forest and steppe. In the soils of the «Otnozhka» profile, the direction of water-soluble forms of calcium, magnesium, carbon and the hydrothermal regime of soils is determined mainly by the terrain - from positive forms to the bottom of the log. It was revealed that in ordinary meadow chernozem the temperature curve is steeper and the freezing temperatures are lower than in meadow-swamp soil. Negative temperatures in meadow-swamp soil indicate a later transition through zero and higher temperature values.*

Keywords: *regime observations, Nazarov forest-steppe, landscape-geochemical profile, soil temperature, organic matter*

Географические исследования на территории формирования КАТЭЖа начались в 1978 г. для этих исследований в центральных районах Красноярского края была организована Канско-Ачинская комплексная географическая экспедиция, в задачи которой входили и стационарные наблюдения за режимами геосистем и их антропогенных модификаций. На Березов-

ском лесостепном стационаре проводились исследования по изучению природных режимов компонентов лесостепных геосистем, выявлению тенденций развития и процессов трансформации геосистем под воздействием техногенных факторов, выявлению устойчивости природных образований и подходов к оптимизации среды обитания, по нормированию техногенных нагрузок на геосистемы. Максимальная активность исследований и наибольшее количество публикаций пришлось на 80-е годы прошлого века. Результаты исследований представлены в кандидатских и докторских диссертациях.

Современная экономическая ситуация в настоящее время практически остановила развитие КАТЭКа, а вместе с ней и активные стационарные режимные наблюдения. По мере возможностей в настоящее время проводятся исследования в лесостепных геосистемах в условно естественном и антропогенно измененных состояниях.

Территория исследования относится к староосвоенным районам со сложившейся структурой хозяйства, с развитым сельским и лесным хозяйством. В связи с высокой степенью освоенности Назаровской котловины ландшафтно-геохимические исследования проводились в геосистемах, находящихся в условно естественном и антропогенно измененном состоянии.

Лесостепь – природная территория контакта леса и степи, где складываются свои структурно-динамические особенности. Южносибирские лесостепи расположены изолированными островами среди сплошных лесных массивов, и северная тайга соединяется с горной тайгой юга Сибири.

Цель – изучение пространственно-временных и структурно-функциональных закономерностей становления, развития естественной и антропогенной динамики островных лесостепных геосистем в связи с изменением климата.

Объекты исследования: Назаровская лесостепь как модель изучения динамики вещества трансграничных территорий (рис. 1).

Геосистемы контакта степи и тайги выступают как зоны соприкосновения, взаимопроникновения и взаимодействия степных и лесных типов природной среды. На территории Средней Сибири степь вступает в контакт с тайгой – иным типом природной среды, а степи, с которыми соприкасается тайга, отличаются от европейских.

Изучение механизмов метаболизма органического вещества как показателя динамики и тенденций развития лесостепных геосистем в связи с региональной трансформацией природной среды и глобальными изменениями климата.



а



б

Рис. 1. Местоположение объектов исследований: а – Центральные районы Красноярского края; б – Шарыповский район.

Определение гидротермических условий и оценку особенностей динамики органического вещества почв геосистем контакта степи и тайги проводили на ландшафтно-геохимических профилях «Ашпан» и «Отножка».

Данные экологического состояния почвы (температура и влажность) получены в различные по гидроклиматическим условиям годы. Основное внимание уделено анализу временных рядов температуры, влаги в слое почв 0-50 см пространственно сопряженных фаций склонов разных экспозиций и динамики мобильных форм соединений углерода.

Для регистрации температуры почвы во времени (в течение года) на глубине 20 см были использованы измерители температуры «ТЕРМОХРОН». Датчики температуры были установлены «in situ» в темно-серой лесной почве на склоне северо-западной экспозиции и черноземе обыкновенном карбонатном на склоне юго-восточной экспозиции (профиль «Ашпан»), на выровненном участке луговой степи в черноземе обыкновенном луговатом и лугово-болотной иловатой карбонатной слоистой почве (профиль «Отножка») в июле 2009, а показания сняты в июле 2010 г.

Наблюдения в середине вегетационного сезона показали, что температурный режим почв разных местоположений, а также склонов разной экспозиции, формируется однотипно (профиль «Ашпан»). Это выражено в единой тенденции снижения температуры почвы за последние 20 лет. Измерения температуры на глубине 20 см с июля 2009 по июль 2010 гг. с использованием датчиков «Термохрон» в темно-серой лесной почве на склоне северо-западной экспозиции и черноземе обыкновенном карбонатном на склоне юго-восточной экспозиции показали, что минимальные температуры были зафиксированы одновременно (рис. 2).

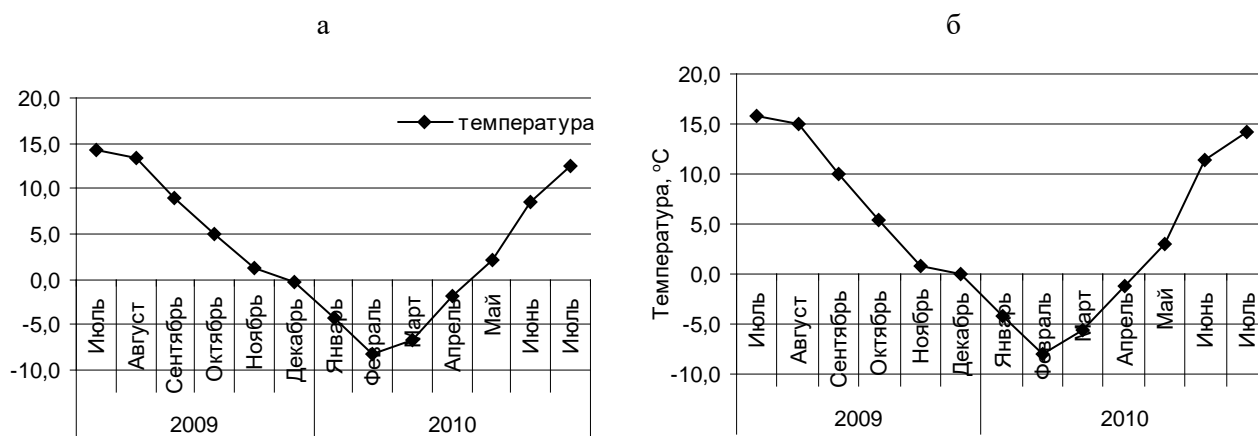


Рис. 2. Изменения температуры почвы на глубине 20 см (по данным измерителя температуры «ТЕРМОХРОН») в темно-серой лесной почве на склоне северо-западной экспозиции (а) и черноземе обыкновенном карбонатном на склоне юго-восточной экспозиции (б). Профиль «Ашпан».

Выявлено, что почвы, расположенные на склоне юго-восточной экспозиции, в зимний период промерзают на меньшую глубину, чем почвы на склоне северо-западной экспозиции, а переход температуры через ноль осуществляется на неделю раньше, минимальные температуры показывают одинаковые значения. Весной ситуация выравнивается и переход температуры через ноль осуществляется в одни сроки. В летний период почвы на склоне юго-восточной экспозиции прогреваются сильнее и на более длительный срок, чем на склоне северо-западной экспозиции. Котловинное устройство рельефа оказывает существенное влияние на застойные скопления холодного воздуха, которые стекают с вышележащих участков. Возможно вследствие этих явлений в почвах на склоне северо-западной экспозиции в зимний период холоднее, чем в почве на склоне юго-восточной экспозиции, а в летний период почва прогревается сильнее и на более длительное время на склоне юго-восточной экспозиции.

В лесостепной зоне большую часть вегетационного периода растительность функционирует при благоприятном для растительности соотношении между температурой корнеобитаемого слоя почвы и приземного воздуха, а именно, когда температура почвы на глубине 15 см в июле ниже температуры воздуха на 5-7 °С. На южных остепненных склонах не исключены ситуации, когда поверхность почвы и слой 0-10 см нагревается выше, чем воздух. В июле на открытых площадках корреляция между температурами приземной атмосферы и корнеобитаемого слоя почвы довольно тесная. Коэффициенты корреляции 0,7-0,8 на глубине 5 см свидетельствуют о тесной связи компонентов. В почвах верхней части склона северо-западной экспозиции на глубине 5 и 10 см тесную связь с температурой воздуха выражают коэффициенты 0,8, а в средней части склона (темно-серая лесная почва) – 0,7-0,6.

В почвах склона юго-восточной экспозиции выявлены иные закономерности. Так, в черноземе слабовыщелоченном средней части склона коэффициенты корреляции в слое 5 см и на глубине 15 см – 0,80; в черноземе обыкновенном карбонатном верхней части склона – 0,9 и 0,8. Анализ показывает, что температуры корнеобитаемого слоя почвы зависят от множества факторов, в том числе от структуры растительного покрова и формы рельефа (крутизна склона, экспозиция).

Установлено, что изменения мобильного органического вещества отражают динамическое состояние лесостепных геосистем в связи с глобальными и региональными изменениями климата почв (температуры и запасов влаги) на склонах разных экспозиций. Определена зависимость состава гумуса в разных частях склона от водного режима почв. Изменения за последние десятилетия среднегодовой температуры воздуха при достаточном количестве осадков вызвал наибольшие изменения в гумусном состоянии темно-серой лесной почвы (*коэффициент динамичности* – K_d ; *содержание общего углерода* от 2,4 до 4,4, *гуминовых кислот* – от 2,1 до 15,3, *фульвокислот* – от 1,4 до 9,7, *нерастворимого остатка* – от 4,4 до 26,5). Значения Коэффициента динамичности свидетельствуют о тенденции современного развития островной лесостепи по степному типу, что можно рассматривать как ответную реакцию на глобальные и региональные изменения климата.

Обнаружено, что температуры корнеобитаемого слоя почвы во многом зависят от структуры растительного покрова и формы рельефа (крутизна склона, экспозиция). Запасы влаги подтверждают утверждение о тесной связи динамики увлажнения почв с ходом осадков. Изменчивость запасов влаги в почвах зависит от особенностей многолетних циклов осадков.

Установлено, что временные изменения мобильного органического вещества отражают динамическое состояние лесостепных геосистем в связи с глобальными и региональными изменениями внешних факторов, а также климата почв (температуры и запасов влаги) на склонах разных экспозиций.

Колебания климатических параметров почв островной лесостепи обусловлены ее расположением на границе леса и степи.

В почвах профиля «Отножка» направление водорастворимых форм кальция, магния, углерода и гидротермического режима почв определяется в основном рельефом местности – от положительных форм к днищу лога: в сопряженном ряду – чернозем обыкновенный луговатый (луг) – антропогенная модификация (залежь) – лугово-черноземная выщелоченная (склон) – лугово-болотная карбонатная почва (болото) установлены направления изменения их количественных показателей.

Выявлено, что почвы, находящиеся в условно естественном и антропогенно измененном состоянии, обладают значительной временной динамикой в содержании водорастворимых форм элементов и органического углерода. Направление миграции элементов определяется рельефом местности. Потоки вещества перемещаются от положительных форм рельефа к днищу лога. Оценка взаимосвязей запасов водорастворимых форм и влаги установила отчетливую

зависимость этих показателей от местоположения. Так, минимальные показатели водорастворимых органоминеральных компонентов были в лугово-черноземной выщелоченной почве (склоновое местоположение), вследствие выноса этих элементов с водными потоками в нижележащую болотную фацию, где и происходит их накопление.

Температурный режим в черноземе обыкновенном луговатом и лугово-болотной почве описывается разными кривыми, что было установлено по данным регистратора температуры «ТЕРМОХРОН» (рис. 3). В черноземе обыкновенном луговатом температурная кривая более крутая и температуры промерзания более низкие, чем в лугово-болотной почве. В лугово-болотной почве переход через ноль и более высокие значения температуры установлены в более поздний период.

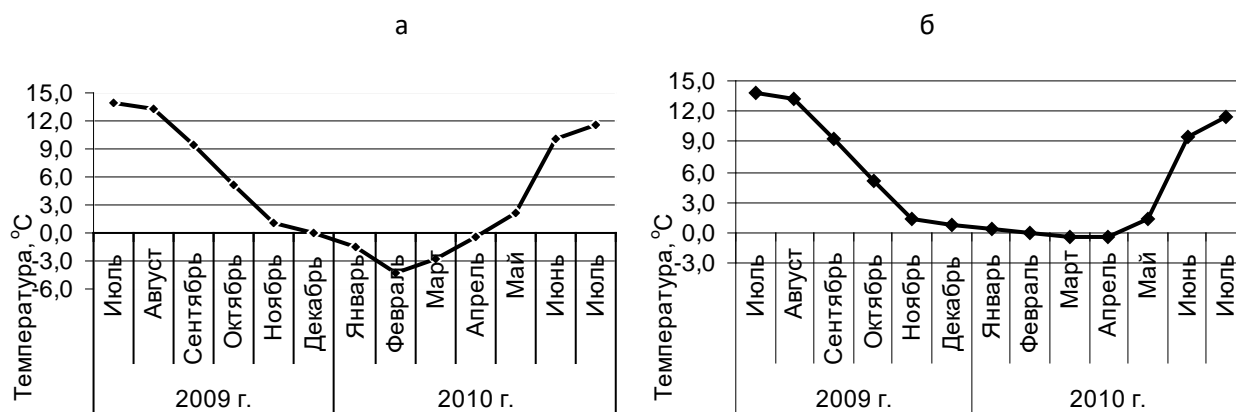


Рис. 3. Изменения температуры в черноземе обыкновенном луговатом (а) и лугово-болотной почве (б) на глубине 20 см (по данным измерителя температуры «ТЕРМОХРОН»).

Отрицательные температуры сохранялись в черноземе обыкновенном луговатом в течение 4 месяцев, а в лугово-болотной почве – 3. Обнаружен сдвиг отрицательных температур примерно на 1.5–2 месяца. Слабый уклон и неудовлетворительные водно-физические свойства приводят к переувлажнению профиля лугово-болотной почвы.

В настоящее время продолжение режимных стационарных исследований на Березовском лесостепном стационаре практически остановлены. Усилиями отдельных сотрудников, проводивших работы на стационаре в прошлом, осуществляется постоянный выход статей и материалов по исследованию Назаровской лесостепи (2015 г. – 2; 2016 г.– 3; 2017 г. – 1; 2018 г.– 3; 2019 г.– 3; 2020 г.– 2).

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАЦИОНАРОВ В БИП СО РАН: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Е.Ж. Гармаев, д.г.н., чл.-корр. РАН, директор БИП СО РАН
С.Г. Андреев, к.г.н., нач. науч. стац. «Гусиное Озеро»

Байкальский институт природопользования СО РАН

Аннотация. В работе представлены результаты более 20-летнего опыта создания и использования двух круглогодичных стационаров для полевых исследований оз. Байкал и аридных экосистем Юга Сибири и Центральной Азии – это международного эколого-образовательного центра (МЭОЦ) «Истомино» и научного стационара «Гусиное Озеро».

Ключевые слова. Научный стационар, экспедиционные исследования, степные и аквальные геосистемы, оз. Байкал, оз. Гусиное, научно-практические совещания, конференции, мероприятия, устойчивое развития Байкальского региона.

EXPERIENCE IN THE CREATION AND USE OF SCIENTIFIC HOSPITALS IN THE BIP SB RAS: MAIN RESULTS

**E.Zh. Garmaev, PhD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Director of the BIP SB RAS**

**S.G. Andreev, PhD, Initial scientific stat. “Goose Lake” Baikal Institute of Nature
Management SB RAS**

Abstract. The paper presents the results of more than 20 years of experience in the creation and use of two year-round stations for field studies of oz. Baikal and arid ecosystems of the South of Siberia and Central Asia is the international ecological and educational center (IEOC) «Istomino» and scientific station «Gusinoe Lake».

Keywords. Scientific station, expeditionary research, steppe and aquatic geosystems, lake Baikal, lake Gusinoe, scientific and practical meetings, conferences, events, sustainable development of the Baikal region.

В Байкальском институте природопользования СО РАН организованы два круглогодичных стационара для полевых исследований оз. Байкал и аридных экосистем Юга Сибири и Центральной Азии: МЭОЦ «Истомино», относящийся к числу крупнейших стационаров СО РАН, и научный стационар «Гусиное Озеро» (рис.1).

МЭОЦ «Истомино» создан в 2001 г. в с. Истомино на берегу оз. Байкал в дельте р. Селенги. Основные учредители – Сибирское отделение РАН и Правительство Республики Бурятия. Центр представляет собой комплекс зданий, сооружений и технических средств, действующих в круглогодичном режиме для обеспечения научных исследований экосистемы дельты Селенги, оз. Байкал и его бассейна.

На его базе регулярно проводятся международные и всероссийские совещания, конференции, летние школы для одаренных детей. МЭОЦ «Истомино» объединял усилия российских и зарубежных ученых, направленных на исследование уникальной экологической системы озера Байкал и его водосборного бассейна, а также осуществляет экологическое образование и воспитание населения Байкальского региона. С 2020 г. МЭОЦ «Истомино» - международный стационар в сети арктических станций INTERACT, расположенных в Северной Европе, России, США, Канаде, Гренландии, Исландии, Фарерских островах и Шотландии. На станциях сети INTERACT тысячи ученых со всего мира проводят исследования в области климатологии, гляциологии, мерзлотоведения, экологии, биоразнообразия и др. Но это все было до февраля 2022 года, после наш стационар исключили из международной сети станций.

Основные задачи МЭОЦ «Истомино»:

- научное и материально-техническое обеспечение фундаментальных исследований экосистемы оз. Байкал и дельты р. Селенги как индикатора антропогенного воздействия и естественного изменения биоразнообразия в бассейне оз. Байкал;
- организация и проведение научно-практических совещаний, конференций и мероприятий по проблемам устойчивого развития Байкальского региона;
- проведение специализированных практик студентов и летних школ для одаренных детей по экологии, географии и химии.

Инфраструктура стационара: благоустроенное двухэтажное кирпичное здание 615 м², летний домик и юрты; централизованное энергоснабжение; водоснабжение автономное; отопление электрическое; столовая на 50 человек; конференц-зал на 45 чел. оснащен современными средствами связи, оргтехникой и библиотекой; баня-сауна, душ, благоустроенный туалет; спутниковое телевидение, Интернет; гидрохимическая лаборатория, передвижные лаборатории; теплый гараж на 6 машин; склады для оборудования; автоматическая метеостанция; автопарк из 3 машин, катера и лодки (рис.2).

В рамках выполнения государственного задания по проектам БИП СО РАН, например, в частности: «Реакция природной среды Байкальской Сибири и сопредельных территорий на современные климатические изменения и антропогенные воздействия», а также по грантам РФФИ, РНФ и Русского географического общества на базе МЭОЦ «Истомино» ежегодно проводятся экспедиционные исследования для отбора проб воды, донных отложений в различные водные фазы (зимняя межень, весеннее половодье, летне-осенний период повышенного стока). Научный стационар обеспечивает проведение полевых исследований почвенно-растительного покрова, трансформации природной среды

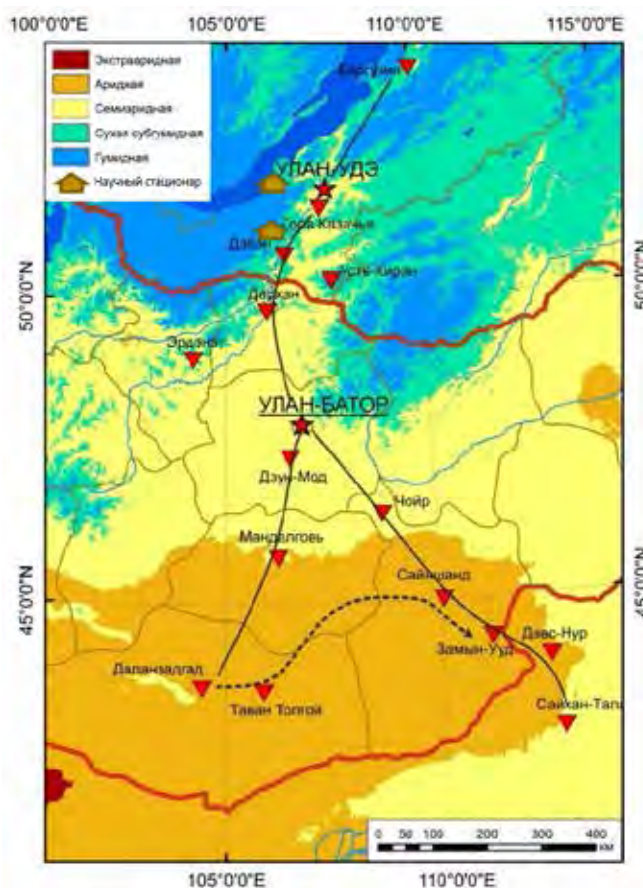


Рис. 1. Расположение научных стационаров и участков мониторинга в разных климатических зонах



Рис. 2. МЭОЦ «Истомино»

и пирогенных ландшафтов, микробиологических исследований зообентоса для оценки загрязнения вод [1].

В результате выполненных исследований получены данные, характеризующие формирование водного стока р. Селенга, пространственную и сезонную динамику концентраций главных ионов, биогенных элементов, органических веществ и тяжелых металлов.

Разработаны научно обоснованные рекомендации по регулированию выбросов и сбросов вредных(загрязняющих) веществ на уникальную экологическую систему озера Байкал.

С использованием стационара выполняются государственные задания, в частности из последнего по заданию Минприроды РФ идет выполнение проекта «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС».

Традиционно на базе стационара «Истомино» проводятся всероссийские и международные научные мероприятия, летние экологогеографические и химические школы. Например, в рамках выполнения НИР по разработке Концепции туристско-рекреационного кластера «Посольское» на базе МЭОЦ «Истомино» состоялась Форсайт-сессия «Посольское-2035. Роль молодежи». Цель мероприятия - разработка предложений по развитию туризма в с. Посольское, основанном на богатейшем природном и культурном потенциале территории.

Научный стационар круглогодичного действия «Гусиное Озеро» расположен на южном побережье оз. Гусиное (рис. 3). С 2011 по 2015 гг. на базе будущего стационара Институтом проводились работы по экологическому сопровождению выполнения Госконтрактов, заключенных Министерством обороны РФ с ЗАО «Форпост Балтики Плюс» по разминированию и рекультивации территории, пострадавшей от взрывов и пожара, произошедших 20 июля 2001 г. на базах хранения артиллерийских боеприпасов и инженерных складов [2].

Пожар на складах бывшей войсковой части недалеко от с. Гусиное Озеро начался 20 июля 2001 года, по официальной версии от удара молнии. В арсенале находилось свыше 2 тысяч вагонов боеприпасов. При взрывах снаряды разлетались в радиусе до 30 км. Зарево от пожара наблюдалось даже в городе Улан-Удэ, в 120 км от места происшествия. Снаряды накрывали посёлок Гусиное Озеро. Подоспевший поезд Улан-Удэ — Наушки, предварительно высадив пассажиров на станции Загустай, вывез из-под огня большинство жителей посёлка. Часть эвакуировалась пешком, на личном транспорте и на автобусах в населённые пункты района и райцентр Гусиноозёрск. Люди эвакуировались также из соседних посёлков Муртой и Бараты. Потом на десятилетие эта зона стала зоной бедствия и только с началом организации научного стационара на развалинах заброшенного рыбного завода ситуация улучшилась. Территория постепенно очистилась от опасных боеприпасов.



Рис. 3. научного стационара «Гусиное Озеро»

В 2019 г. научному стационару «Гусиное озеро» присвоен международный статус, что позволит обеспечить интеграцию ученых из России, Китая и Монголии при изучении глобальных изменений климата и окружающей среды на территории экономического коридора Китай-Монголия-Россия и будет способствовать успешному выполнению научных проектов. В данное время международная деятельность приостановлена.

Расположение на юге второго по величине степного озера, обеспечивает экспедиционные исследования многих институтов. Становится опорным пунктом для исследования степных и аквальных геосистем Селенгинского среднегорья и открывает ворота в разные климатические зоны Центральной Азии [3].

Основные задачи научного стационара «Гусиное Озеро»:

- обеспечение полевых исследований степных и аквальных геосистем Селенгинского среднегорья и Гусино-Убукунской системы озер;
- исследования гидрологического, гидрохимического, гидрофизического и гидробиологического состояний экосистемы озера Гусиное;
- разработка экологобезопасных технологий по рациональному использованию озерных вод и техногенных отходов;
- эколого-образовательная деятельность



Рис. 4. Культурно-образовательная экспедиция «Виват, страна Заозёрная!»

Инфраструктура стационара: благоустроенное здание и юрта; централизованное энергоснабжение; водоснабжение автономное; отопление электрическое; столовая на 20 человек; душ, благоустроенный туалет; спутниковое телевидение, интернет; передвижная и стационарная гидрохимическая лаборатория; теплый гараж на 6 машин; склады для оборудования; автоматическая метеостанция; мобильные электростанции, возобновляемые источники энергии; автопарк из машин, катера и лодки; экспериментальное хозяйство по производству экологически чистых пищевых продуктов, развитию агротуризма и возобновляемых источников энергии.

Институт оказывает шефскую помощь средней школе № 92 (п. Гусиное Озеро). С 2016 года на базе стационара проводятся экологические школы и семинары для учащихся школ Селенгинского района. Например, до эпидемиологического периода база приняла активное участие в культурно-образовательной экспедиции «Виват, страна Заозёрная!». Мероприятие было посвящено проектной деятельности экологического образования школьников в рамках сетево-

го взаимодействия образовательных учреждений (рис. 4). В настоящее время наши сотрудники на стационаре проводят очередную летнюю школу для учащихся по проекту «Успех каждого ребенка», где идет знакомство с научными приборами и их полевое использование.

Литература

1. Дельта реки Селенги - естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. Изд-во СО РАН: Новосибирск. [А. К. Тулохонов и др.]; отв. ред.: А. К. Тулохонов, А. М. Плюснин, 2008, с.314.

2. Гармаев Е.Ж., Андреев С.Г., Дамбаев П.-Д.Б Проблемы утилизации боеприпасов в Байкальском регионе. результаты сотрудничества БИП СО РАН и Забайкальского филиала ЗАО «ФОРПОСТ БАЛТИКИ ПЛЮС» / Актуальные проблемы промышленной утилизации ракет и боеприпасов. безопасность, ресурсосбережение, экология. Под ред.: Б.В. Мацевич, В.А. Чобанян. Изд-тво: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2016. С. 193-200.

3. Гармаев Е.Ж., Пьянков С.В., Шихов А.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Абдуллин Р.К., Цыдыпов Б.З., Андреев С.Г., Черных В.Н. Картографирование современных изменений климата в бассейне реки Селенга / Метеорология и гидрология, N 2, М.: Планета, 2022, с. 62-74. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-62-74

СТАЦИОНАРНЫЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА

Гашкова Людмила Павловна

*Сибирский научно-исследовательский институт Сельского хозяйства и торфа -
филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Томск, Россия*

Аннотация. Стационар «Васюганский» с 1998 года стал центром масштабных исследований болот. На основе стационарных исследований получены сведения по содержанию, накоплению и миграции элементов в компонентах болот. В совокупности с биогеохимическими проводятся гидрологические, геоботанические, фенологические и другие комплексные исследования. Полученные в результате изучения данные позволяют отслеживать изменения, происходящие в ландшафтах в процессе их развития и восстановления.

Ключевые слова: Васюганское болото; тяжёлые металлы; биогеохимические коэффициенты; комплексные исследования болот

STATIONARY BIOGEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE VASYUGAN MIRE

Gashkova Ludmila Pavlovna

*Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences,
Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk, Russian Federation*

Annotation. Since 1998, the Vasyugansky Station has become the center of large-scale research into mires. On the basis of stationary studies, information was obtained on the content, accumulation and migration of elements in the components of mires. In conjunction with biogeochemical studies, hydrological, geobotanical, phenological and other complex studies are carried out. The data obtained as a result of the study make it possible to track changes occurring in landscapes in the process of their development and restoration.

Keywords: Vasyugan mire; heavy metals; biogeochemical coefficients; comprehensive research of mires

Стационарные исследования, в отличие от экспедиционного метода, позволяют получить данные о функционировании, развитии и динамике экосистем. Эталонные ландшафты и расположенные на них ключевые участки позволяют изучать типологические единицы, обуславливающие структурирование полученных сведений [Семёнов, Снытко, 2021].

Исследования на стационаре «Васюганский» позволяют проводить разносторонний мониторинг качественных и количественных показателей естественных и антропогенно нарушенных болот. Такие показатели являются необходимым условием для выяснения направленности процессов восстановления и деградации ландшафтов, изменения биогеохимических циклов. На стационаре с 1998 года проводятся масштабные исследования процессов функционирования болот на примере типичных болотных массивов Западной Сибири, а в настоящее время ведутся международные исследования в рамках договора с Warsaw University of Life Science и NABU. На исследуемом участке Васюганского болота установлено 5 систем автоматического мониторинга, которые определяют 10 параметров (высота снега, температура и влажность воздуха, количество атмосферных осадков, скорость ветра, атмосферное давление, баланс солнечной радиации, уровень болотных вод, электропроводность, температура торфяной залежи на глубинах до 3 м), дискретность измерений 1-4 часа круглогодично. Для мониторинга за уровнями болотных вод в бассейне р. Ключ установлено 18 регистраторов уровня и температуры Solinst 3001 LT Levellogger Junior Edge, M5 и 2 регистратора атмосферного

давления и температуры Solinst 11 3001 LT Barologger Edge, M1.5 (фирмы Solinst Canada Ltd, Канада). Расположение стационара позволяет создавать ключевые участки на разных типах болот и микроландшафтов.

Стационар «Васюганский» находится в д. Полынянка Бакчарского р-на Томской обл., в подзоне южной тайги, на террасе р. Бакчар (56.953177, 82.508058), территория относится к северо-восточным отрогам Васюганского болота. Ключевые точки расположены на водораздельных болотах в междуречье Бакчара и Иксы и на террасе р. Бакчар. Район исследования размещён в центральной, плоской и сильно заболоченной части эоплейстоцен-раннеплейстоценовой равнины с преобладанием озёрно-аллювиальных осадков – песков и глин [Ландшафты..., 2012]. Почвы дерново-глеевые, торфяно-перегнойно-глеевые и дерново-подзолистые [Dyukarev, Pologova, 2002]. Удельный вес переувлажнённых почв достигает 75% [Почвенная карта..., 1987]. Климат континентальный, с преобладающим летним переувлажнением. Среднегодовая температура воздуха составляет 0,46°C, среднегодовое количество осадков 630 мм, суммарное испарение примерно 460 мм. Таким образом, стационар расположен на уникальной территории, характеризующейся множеством факторов, благоприятных для болотообразования [Ландшафты..., 2012].

Методика биогеохимических исследований включает геоботаническое описание участков, отбор проб растений, торфа и подстилающей породы для определения содержания тяжёлых металлов. Пробу отбирали с 10 и более особей каждого вида, из побегов текущего года на участке болота не менее 10 м². Отбор проб торфа производили при помощи пробоотборочного бура ТБГ-1 в месте сбора образцов растений. Аналогично отбиралась порода, подстилающая торф. Определение массовых концентраций Zn, Cd, Pb и Cu в растениях и торфе проводили методом инверсионной вольтамперометрии и методом атомно-эмиссионной спектроскопии микроволновой плазмы.

В результате изучения ненарушенных болот на ключевых точках установлены фоновые уровни содержания тяжёлых металлов в торфе и 27 видов растений болот. Обнаружено, что уровни содержания элементов в растениях с изученных участков находятся на уровне и ниже известных фоновых концентраций для исследуемой территории, а содержание Pb, Cu и Zn коррелирует между собой. Сравнение дифференциации элементов по ярусам растительности показало, что в древесных растениях зафиксировано наибольшее содержание Zn, во мхах накапливается Pb, растения травяно-кустарничкового яруса содержат больше Cd. На уровень содержания тяжёлых металлов растениями болот оказывают влияние такие факторы, как таксономическое положение, уровень болотных вод и содержание элементов в торфе. [Гашкова, 2015].

В процессе исследования пространственной изменчивости содержания тяжёлых металлов в пределах одного болотного массива рассчитаны биогеохимические коэффициенты, сравнение которых показало уменьшение содержания элементов и увеличение биогеохимической активности видов по направлению от заболоченного леса к низкому яру [Гашкова, Чудиновская, 2018].

Отмечено увеличение биогеохимической активности видов при нарушении экосистем (осушение болот, пожары, добыча торфа, аэрозольное загрязнение) [Gashkova, 2019; Gashkova et al., 2021; Гашкова, 2021]. Проводится мониторинг атмосферных выпадений тяжёлых металлов [Синюткина, Харанжевская, 2020]. Выявлены виды, биогеохимическая активность которых наиболее чувствительно возрастает при увеличении антропогенной нагрузки [Гашкова, 2017]. На базе стационара получены новые данные по трансформации водного режима, химического состава вод и структуры торфяной залежи осушенных болот Западной Сибири, что позволило сделать выводы о перспективах снижения пористости и водоудерживающей способности болот в условиях изменения климата [Maloletko et al, 2018]. На осушенных болотах проведены

комплексные исследования, отражающие изменения растительного покрова, микрорельефа и торфяной залежи, происходящие после осушения [Гашкова, Синюткина, 2015; Синюткина и др., 2018; Синюткина, 2020; Sinyutkina, 2021]. В 2016 году на одном из ключевых участков болота произошел пожар, что позволило осуществлять детальный мониторинг постпирогенного восстановления растительности, изменения химического состава компонентов болота, оценить миграцию элементов, получены данные о формировании гидрологического режима территории при воздействии пирогенного фактора в [Харанжевская и др., 2019; Sinyutkina et al., 2020; Sinyutkina et al., 2021; Гашкова, 2022].

Кроме того, в районе стационара проводятся масштабные гидрологические исследования, включающие многолетний мониторинг гидрологической изменчивости болот и выявление закономерностей водообмена между болотами и окружающей территорией [Kharanzhevskaya et al., 2020; Kharanzhevskaya et al., 2020a].

Таким образом, стационар «Васюганский» служит базой для всестороннего изучения болот и окружающих их территорий, что позволяет оценивать направленность процессов, происходящих на нетронутых и нарушенных участках в условиях изменения климата.

Литература

1. Гашкова Л. П. Оценка влияния выгорания растительности на распределение элементов в торфяной залежи верхового болота // Геосферные исследования. 2022. № 1. С. 118–125. doi: 10.17223/25421379/22/9
2. Гашкова, Л. П. Влияние аэрозольного загрязнения на биогеохимические особенности верховых болот / Л. П. Гашкова // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Шестого Международного полевого симпозиума, Ханты-Мансийск, 28 июня – 08 июля 2021 года. – Томск: Издательство Томского университета, 2021. – С. 193-195. – EDN TXRDHC.
3. Гашкова, Л. П. Латеральное распределение элементов в ряду сопряжённых ландшафтов Бакчарского болота / Л. П. Гашкова, Л. А. Чудиновская // Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2018, Томск, 05 – 11 июня 2018 года / Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Институт вычислительной математики РАН. – Томск: Томский центр научно-технической информации, 2018. – С. 167-170. – EDN VWEOLC.
4. Гашкова, Л. П. Особенности накопления тяжелых металлов болотными растениями Юго-Востока Западной Сибири / Л. П. Гашкова // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. – 2016. – № 4(53). – С. 147-159. – EDN XCNDVH.
5. Гашкова, Л. П. Оценка трансформации осушенного верхового болота [на примере участка Бакчарского болотного массива] / Л. П. Гашкова, А. А. Синюткина // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2015. – № 1(29). – С. 164-179. – DOI 10.17223/19988591/29/11. – EDN TOFADN.
6. Гашкова, Л. П. Растения болот как индикаторы загрязнения тяжелыми металлами / Л. П. Гашкова // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции: в 3 томах, Тюмень-Тобольск, 22–25 августа 2017 года. – Тюмень-Тобольск: Тюменский государственный университет, 2017. – С. 271-274. – EDN ZHANHR.
7. Ландшафты болот Томской области / Н. С. Евсеева, А. А. Синюткина, Ю. А. Харанжевская [и др.]; Томский государственный университет. – Томск: Издательство научно-технической литературы, 2012. – 400 с. – ISBN 978-5-89503-510-8. – EDN RYBDMH.
8. Почвенная карта Томской области. 1: 1000000. Новосибирск, 1987. 1 л.
9. Семенов, Ю. М. О методологии ландшафтоведения / Ю. М. Семенов, В. А. Снытко // География: развитие науки и образования: Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, 21–23 апреля 2021 года / Отв. редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2021. – С. 48-53. – EDN NLMMJZ.
10. Синюткина, А. А. Мониторинг атмосферных выпадений Zn, Cu, Cd, Pb в пределах участка Большого Васюганского болота / А. А. Синюткина, Ю. А. Харанжевская // Оптика атмосферы и океана. – 2020. – Т. 33. – № 6. – С. 448-452. – DOI 10.15372/AOO20200605. – EDN LEYYDH.
11. Синюткина, А. А. Оценка трансформации торфяной залежи осушенных верховых болот юго-восточной части Западной Сибири / А. А. Синюткина // Геосферные исследования. – 2020. – № 1. – С. 78-87. – DOI 10.17223/25421379/14/6. – EDN FNSOXE.

12. Трансформация поверхности и растительного покрова осушенных верховых болот юго-востока Западной Сибири / А. А. Синюткина, Л. П. Гашкова, А. А. Малолетко [и др.] // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – № 43. – С. 196-223. – DOI 10.17223/19988591/43/10. – EDN VJDBJT.
13. Харанжевская, Ю. А. Интегральная оценка пирогенной нагрузки по содержанию Cu, Pb, Zn и Cd в компонентах Васюганского болота (Западная Сибирь) / Ю. А. Харанжевская, А. А. Синюткина, Л. П. Гашкова // Геосферные исследования. – 2019. – № 4. – С. 62-73. – DOI 10.17223/25421379/13/6. – EDN NWTXQT.
14. Dyukarev, A. G. Soil-geographical zoning of the Tomsk oblast / A. G. Dyukarev, N. N. Pologova // Eurasian Soil Science. – 2002. – Vol. 35. – No 3. – P. 248-257. – EDN LHIQMF.
15. Gashkova, L. P. Assessment of the effect of drainage on the accumulation of Zn, Cu, Pb, and Cd in bog plants: A case study of two raised bogs in Western Siberia / L. P. Gashkova, Y. A. Kharanzhevskaya, A. A. Sinyutkina // Mires and Peat. – 2021. – Vol. 27. – DOI 10.19189/Map.2021.OMB.StA.2192. – EDN WHPYRK.
16. Gashkova, L. P. Biogeochemical properties of the accumulation of Zn, Cu, Pb and Cd on plants in the mires after a fire event / L. P. Gashkova // CEUR Workshop Proceedings : SDM 2019 - Proceedings of the All-Russian Conference “Spatial Data Processing for Monitoring of Natural and Anthropogenic Processes”, Berdsk, 26–30 августа 2019 года. – Berdsk: CEUR, 2019. – P. 334-337. – EDN FDGTEL.
17. Kharanzhevskaya, Y. A. Spatial and temporal variations in mire surface water chemistry as a function of geology, atmospheric circulation and zonal features in the south-eastern part of Western Siberia / Y. A. Kharanzhevskaya, E. S. Voistinova, A. A. Sinyutkina // The Science of the Total Environment. – 2020. – Vol. 733. – P. 139343. – DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.139343. – EDN GMMHNQ.
18. Kharanzhevskaya, Y. A. (a) [Assessing mire-river interaction in a pristine Siberian bog-dominated watershed – Case study of a part of the Great Vasyugan Mire, Russia / Y. Kharanzhevskaya, A. Maloletko, A. Sinyutkina [et al.] // Journal of Hydrology. – 2020. – Vol. 590. – P. 125315. – DOI 10.1016/j.jhydrol.2020.125315. – EDN ZNIFRV.
19. Maloletko A. A. Effects of long-term drainage on vegetation, surface topography, hydrology and water chemistry of north-eastern part of Great Vasyugan Mire (Western Siberia) / A. A. Maloletko, A. A. Sinyutkina, L. P. Gashkova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modeling and Information Systems, ENVIROMIS 2018, Tomsk, 05–11 июля 2018 года. – Tomsk: Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 012033. – DOI 10.1088/1755-1315/211/1/012033. – EDN VRMZJF.
20. Post-fire ecological consequences within the drained site of the Great Vasyugan Mire: Retrospective water-thermal regime and pyrogenic disturbance estimation / A. A. Sinyutkina, L. P. Gashkova, A. A. Maloletko [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 2nd International Scientific Conference “Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources”, Listvyanka, Baikal, Irkutsk Region, 16–20 сентября 2019 года. – Listvyanka, Baikal, Irkutsk Region: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012037. – DOI 10.1088/1755-1315/408/1/012037. – EDN ZGIDSR.
21. Sinyutkina, A. Drainage consequences and self-restoration of drained raised bogs in the south-eastern part of Western Siberia: Peat accumulation and vegetation dynamics / A. Sinyutkina // Catena. – 2021. – Vol. 205. – P. 105464. – DOI 10.1016/j.catena.2021.105464. – EDN LORHKK.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК
СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА СТАЦИОНАРОВ
ТИХООКЕАНСКОГО ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН ДВО**

Дряхлов А.Г.

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: *Статья посвящена учебной практике по географии и полевым работам которую проходят студенты-географы II курса департамента наук о Земле института Мирового океан ДВФУ. Излагаются цели и задачи практики, её связь с высшим географическим образованием, демонстрируется охват и разнообразие выполняемых работ, излагаются принципы организации и структура практики. Отдельно рассмотрены два этапа практики: по тематическому полювому, их особенности, методическая и материально-техническая база, география и тематика работ, подходы к формированию отчётных материалов.*

Показано, что решаемые студентами задачи могут носить не только учебный характер, но также иметь своей целью составление картографических и топографо-геодезических материалов, имеющих реальное практическое значение, востребованных специалистами, выполняющими исследования на местах проведения практик. Представленный в статье материал может быть полезен при организации полевых практик и составлении учебных программ географическими факультетами университетов.

Ключевые слова: *стационар, ландшафт, ландшафтная практика, ПТК, оз. Васьково.*

**USE IN ORGANIZATIONS OF FIELD PRACTICES OF STUDENTS
OF GEOGRAPHERS OF THE FAR EASTERN FEDERAL UNIVERSITY
OF HOSPITALS OF THE PACIFIC INSTITUTE OF GEOGRAPHY
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES FEB**

Dryakhlov A.G.

Far East Federal University, Vladivostok, Russia

Abstract: *The article is devoted to educational practice in geography and field work, which is conducted by geographers of the II course of the Department of Earth Sciences of the Institute of the World Ocean of FEFU. The goals and objectives of the practice, its connection with higher geographical education are outlined, the scope and diversity of the issue is the variety of work performed, the principles of organization and the structure of the practice are outlined. Two stages of practice are considered separately: on the thematic field, their features, methodological and material-technical base, geography and subject of work, approaches to the formation of reporting materials. It is shown that the tasks solved by students can be not only educational in nature, but also have as their goal the compilation of cartographic and topographic-geodetic materials of real practical importance, demanded by specialists performing research at the venues the practitioner. The material presented in the article can be useful in organizing field practices and drawing up curricula by geographical faculties of universities.*

Keywords: *hospital, landscape, landscape practice, PTK, lake. Vaskovo.*

Введение

Иногда говорят, что лаборатория географа – природа. Это не точно. Формирование молодого географа должно происходить и в природе и в специальных лабораториях. Одно, несомненно – географы книжным путем не создаются. Полевая практика должна пронизывать весь учебный процесс географической направленности Института мирового океана ДВФУ.

Учебные полевые практики на кафедре географии являются важным элементом профессиональной подготовки будущих специалистов и выпускников со степенью бакалавра. На полевых практиках студенты закрепляют полученные на лекционных и лабораторных заня-

тиях теоретические знания и практические умения и навыки, овладевают новыми методами познания природы и природных процессов, знакомятся с проблемами охраны и рационального использования природных ресурсов. Учебные полевые практики готовят будущего географов к проведению самостоятельных географических исследований и систематическому использованию краеведческого материала в его педагогической и исследовательской деятельности.

Постановка проблемы

Практика проводится в целях соблюдения принципов непрерывности и последовательности овладения студентами профессиональными навыками и их дальнейшего применения в профессиональной деятельности, повышения престижности профессии, её популяризации для формирования кадрового резерва из числа молодых специалистов для предприятий и организаций, осуществляющих производственную, научно – исследовательскую, проектную, экологическую, туристскую, изыскательную, и другую деятельность естественной, социально – экономической и природоохранной направленности.

Ландшафтная практика для студентов является одной из сложных. Кроме своих специальных задач (ознакомление с объектами ландшафтных исследований, факторами ландшафтной дифференциации, анализом взаимосвязей в ПТК и т.д.), она включает и обобщение знаний, усвоенных студентами на других практиках. Иными словами, ландшафтная практика имеет завершающий характер и должна научить студентов некоторым приемам географического синтеза и системного подхода к изучаемым объектам.

Студенты II курса теперь у нас проходят практику на научно-исследовательской станции ДВО РАН «Смычка» ТИГ в п. Смычка Дальнегорского района на берегу оз. Васьково. Васьковское, а в народе любовно именуемое Васьковым. Оно так красиво, что от него трудно отвести взгляд. Особенно прекрасным Васьково выглядит в начале осени в утренние часы, когда водную гладь не тревожит даже малейшее дуновение ветерка. Это теплое, пригодное для купания озеро, признанное природной достопримечательностью, длиной 1,4 км и максимальной шириной 0,5 км с проточной пресной водой, находится в Дальнегорском районе Приморья. Оно располагается в бассейне реки Рудной и соединяется с устьем реки Рудной узкой протокой, которая пересекает прибрежную песчаную косу с заповедной дубовой рощей, объявленной



Рисунок 1. Карта район расположения базы ТИГ

местными властями Памятником природы. В этой роще каждый дуб имеет свой персональный номер. В озеро впадает ключ Васьковский, в южной части бухты от поселка Рудная Пристань до поселка Смычка располагается большой песчаный пляж.

Озеро Васьковское - пресноводное озеро на юге Дальнегорского района Приморского края - находится западнее поселка Смычка. Расположено в пределах горной системы Сихотэ-Алинь и входит в так называемую Южно-Сихотэ-Алинскую морфо структуру. В ее пределах

выделяется серия разномасштабных сводно-глыбовых морфо структур, сложенных в мезозойскую эру триасовыми верхнеюрскими, нижнемеловыми отложениями, является самым крупным и глубоким в пределах района естественным хранилищем пресной воды. Площадь озера составляет 0,3 км², глубина колеблется от 2 до 15 м, местами достигая 30 м, длина береговой линии 3,4 км. Протока глубиной до 1,5 м, которая соединяет озеро Васьковское с рекой Рудной, протекает через прибрежную песчаную косу.[рис1] На этой косе растёт заповедная дубовая роща, которая объявлена памятником природы местного значения. Благодаря сообщению озера Васьковского с морем, зимой рыбаки-любители ловят в нем корюшку-песчанку, раньше здесь встречались таймени до полутора метров длиной и сезонно сельдь — иваси.

Озеро уникально, так как имеет необыкновенную способность самоочищаться благодаря находящимся на его дне родникам и пресноводным моллюскам рода Арсеньевских беззубок — донным чистильщикам этого озера, неизвестным за пределами Приморского края. Но, из-за вылавливания этих моллюсков отдыхающими на озере Васьковском, уменьшается его способность к самоочищению, а появление в последнее время в нем раков стало начальным признаком деградации озерного эocoноза.

На севера - восточном берегу озера расположено село Смычка. Здесь же, на берегу озера расположилась база «Дальневосточный научный центр», принадлежащая Тихоокеанскому институту географии ДВО РАН, на берегу озера ученые — географы, гидрологи проводили различные исследования. В достаточно богатом по тем временам колхозе добыча рыбы была успешной. Но, шло время, ивася не стало, озеро превратилось в зону отдыха.

Озеро славится всегда чистой водой. Ее можно легко употреблять в пищу. С целью охраны уникального озера Васьковское, к тому же служащего источником пресной воды для поселка Рудная Пристань, было принято решение установить запрет проезда к озеру и купание в нем, а также насыпать из перемещенного местного грунта земляные валы, препятствующие проезду на берег автомобилей. Остатки этих валов хорошо видны и сегодня.

Таким образом, описываемая территория имеет уникальные физико-географические характеристики, находясь на стыке двух зон — леса-таежной и прибрежной морской. Наличие удобных мест для поселений с юго-восточной, южной и восточной экспозицией, плодородные почвы, разветвленная речная сеть, обилие и разнообразие пищевых ресурсов издревле привлекали сюда население.

Всего в 4 км от озера находится государственный зоологический заказник под названием «Черные скалы», созданный для сохранения популяции амурского горала и пятнистых оленей. Вблизи от порта Рудная Пристань, под песчаными барханами археологи обнаружили предположительно остатки древнего торгового порта бохайцев: сильные ветры и тайфуны иногда обнажают темный слой, в котором находят битую керамическую посуду. По мнению ученых, в северный морской порт, расположенный на берегу Васьковского озера в 7-9 веках, приходили корабли для погрузки серебра, золота и олова, добываемых в недрах теперешнего Дальнегорского района.

Нет необходимости говорить о том, какую роль играет научная географическая станция в обучении молодых географов, но, тем не менее, департамент наук о Земле не имел ранее постоянной базы для работы, в то время как в других университетах такая станция существует уже много лет. В 2008 году согласно с договором с ТИГ, ценой огромных усилий была организована научная полевая практика в п. Смычка, ректорат, дирекция института оказал нам помощь в ее организации, но это только начало, предстоит еще много сделать для того, чтобы создать в п. Смычка нормальные условия для работы студентов. Хотя на данном этапе там есть все условия для проживания и успешной работе.

Стационарные работы — это лишь один вид географических исследований, другим видом являются маршрутные исследования и географические экскурсии на больших пространствах,

которые также являются могучим средством воспитания молодых географов. Но, к сожалению, в этом году они вряд ли осуществляются: Министерство Высшего образования утвердило ассигнования на полевую практику в размере 15% нашей потребности.

Результаты и обсуждение

Организация практик студентов III и IV курсов требует нашего особого внимания. Нашей задачей является переход от рассылки студентов по различным ведомственным экспедициям к организации целеустремленных географических исследований под руководством и при участии наших профессоров, преподавателей и аспирантов. Для этого нужны собственные средства, солидное полевое снаряжение, которого мы пока не имеем. Однако, и в этом году мы создаем несколько исследовательских групп. Здесь участвуют студенты-дипломники, аспиранты, научные сотрудники кафедр.

Организация летних полевых исследований требует от всех естественных факультетов большого напряжения сил, нередко факультеты действуют изолированно друг от друга.

Нам кажется, что необходимо иметь в аппарате ректора специальное лицо, которое занималось бы производственной практикой, координировало бы работу факультетов в этом направлении и могло решать методические организационные и хозяйственные вопросы.

С 2008 г по настоящее время комплексная географическая практика студентов 2 курса стала проводиться в п. Смычка. Учебный полигон обладает уникальными природными объектами такими как само озеро, долиной с различными притоками р. Рудной, горными массивами, уникальной береговой зоной, разнообразной растительностью

На Васьковском учебном полигоне наконец-то удалось реализовать идею комплексного изучения студентами различных компонентов природной среды. В пределах одного учебного профиля проводилось последовательное знакомство практикантов с геологическим строением, рельефом, почвенным и растительным покровом и хозяйственным использованием территории.

Конечной целью исследований является разработка природно-территориальных комплексов, составление карты на основе всестороннего учета природных условий. Исходными материалами для такой карты служат детальные ландшафтные карты территории и специальные картосхемы, отражающие местные особенности земель, как объекта. Все виды ландшафтных наблюдений должны проводиться одним человеком - географом-ландшафтоведом («комплексником»), а не группой отраслевых специалистов (геоморфологом, почвоведом, ботаником и др.). Проведение съемки одним ландшафтоведом имеет неоспоримые преимущества, так как при этом природные комплексы выявляются непосредственно в поле. При камеральном же синтезе отраслевых материалов, преследующем ту же цель, невозможно обеспечить достаточную точность ландшафтных рубежей, ибо они не являются результатом механического наложения сеток специальных контуров, особенно в районах, где природа значительно изменена хозяйственной деятельностью человека.[рис2]

Исходя из потребностей организаций, где проходили практику и куда распределялись студенты, в эти годы в департаменте наук о Земле сформировались вполне понятные критерии оценки «летнего семестра» и профессиональных качеств будущих специалистов. По неписаным законам полевых подразделений считалось плохим тоном работать «строго по правилам», и в соответствии с «буквой» трудового законодательства покидать работающий в поле коллектив, уходя на положенный студентам летний отдых. Да и сами студенты, особенно те, кто действительно хотел стать хорошим специалистом, использовали по максимуму летний сезон, чтобы добыть более солидный фактический материал и перенять бесценный рабочий опыт и навыки у старших товарищей-профессионалов. Критерием качества пройденной практики было умение собрать полевые данные, необходимые для решения научной или практической

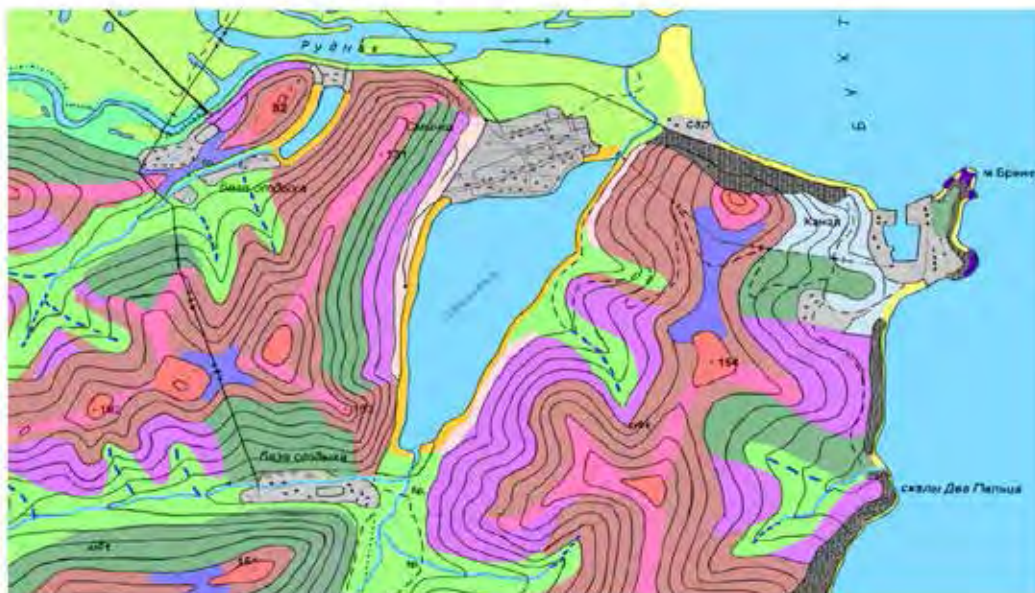


Рисунок 2. Ландшафтная карта района оз. Васькова

задачи, а затем в зимнее время квалифицированно их обработать и самостоятельно подготовить пусть небольшое, но законченное исследование в виде курсовой или дипломной работы. Написание упомянутых работ по литературным или фондовым данным, без выезда в район исследований допускатось лишь в исключительных случаях (как правило, для студенток, уходящих в декретный отпуск). [8]

Перемены, принесенные реформами 1999-х годов, существенно изменили возможности прохождения студентами как учебных, так и производственных практик. В связи с сокращением финансирования производственных организаций и закрытием подавляющего числа хозяйственных структур факультета размещать студентов на практики стало сложнее. Далеко не каждая организация соглашалась брать на работу временных сотрудников (наших студентов) и командировать их на длительный срок в удаленные районы страны. Сроки практик стали заметно сокращаться, а районы работ – приближаться к Владивостоку. Изменилась и тематика работ. Поисковое и съемочное направления были практически свернуты. Зато значительно усилились различные прикладные строительно-изыскательские и геоэкологические, рекреационно-туристические исследования, привлекающие сейчас к себе все большую долю студенческого контингента. Вместе с отменой плановой системы экономики и государственного (планового) распределения выпускников пропал побудительный стимул к прохождению практики в производственных организациях, и во многих случаях практика по сути дела перестала быть «производственной». Часто руководители от кафедры договариваются со своими знакомыми из других организаций, и те принимают к себе на определенный срок наших студентов, устраивая им показательные экскурсии по району работ. При этом студенты не решают производственной задачи, а просто знакомятся с геолого-геоморфологическим строением местности, ходом современных процессов. Такая практика фактически повторяет (в более слабом варианте) специальную практику II курса. Между тем, как показывает опыт последних нескольких лет, департамент имеет в достаточном количестве приглашений от различных организаций на прохождение именно производственных практик нашими студентами. Но последних часто что-то не устраивает в данных предложениях, и они предпочитают пройти упомянутую «суррогатную» практику в хорошей компании, в удобном месте, в удобные сроки и практически без каких-либо осложнений при защите отчета.

Сегодня на защитах отчетов о практиках наблюдается совсем иная ситуация, чем прежде. Практики, отвечающие «классическим» канонам конца прошлого века (изучение рельефа, рыхлых отложений или современных геоморфологических процессов отдаленных районов страны в течение 2-3 месяцев) составляют не более четверти от всего состава. А большинство представляют собой геоэкологические, инженерно-геоморфологические и другие указанные выше исследования в пределах Приморского края продолжительностью от 1 месяца до 10 дней.

Видимо, предчувствуя не вполне устойчивые позиции подобных «защищающихся», ими применяется следующий тактический прием – представляются в качестве практики еще ряд различных поездок, совершенных студентом в течение лета. «Моя производственная практика включала ряд этапов», – говорит выступающий и перечисляет несколько районов, объектов, работ, не связанных ни общей территорией, ни тематикой, ни ведущей организацией. Неужели они должны считаться этапами «единой» практики только потому, что произошли в одно лето? При этом, «этап», во время которого был собран полевой материал, предназначенный для написания курсовой работы, оказывается зачастую не самым крупным. Доходит до курьезов, когда, отчитавшись за подобную многоэтапную практику и получив за нее отличную оценку, студент заявляет, что курсовую работу он будет писать по другой теме, никак не связанной ни с одним из «этапов» прошедшей практики, то есть по литературным данным. И что самое удивительное, что при ее своевременном написании у него есть все шансы получить за свою неполноценную (с прежних позиций) работу также отличную оценку!

«Вызовы нового времени» испытали на себе и базы учебных практик Департамента наук о Земле. Количество баз заметно сократилось, стали испытывать существенные трудности в связи с удорожанием эксплуатации и возникновением целого ряда невиданных ранее препятствий успешному проведению практик. Проблема здесь заключается не в самих базах. Ведь основное время практики проходит не на них, а на окружающих их территориях – учебных полигонах, а эти земли уже являются чьей-то частной собственностью. [6]

Дорогая земля в Приморье с каждым годом становится все более привлекательным объектом для вложения денег у современной буржуазии. И новые хозяева вправе «не потерпеть» нашествия студентов в свои владения, пресекая любые маршруты, проходящие через их участки, не говоря уже о таком «безобразии» как рытье шурфов и расчисток.

А в идеале – создание на месте полигонов специальных учебно-научных государственных заказников с особым режимом землепользования.

«Одно несомненно – географы книжным путем не создаются» – эту аксиому, высказанную когда-то К.К. Марковым[5]видимо предстоит еще раз постичь нашим современникам.

Поставив его сейчас, мы сможем найти объяснение описанным ситуациям с полевыми практиками географов. Что же является востребованным в наше нынешнее, отнюдь не романтическое время? Не нуждается в доказательстве факт отсутствия прежнего спроса на экспедиционных работников: поисковиков, съемщиков, изыскателей.

Заключение

Потребность в ученых-географов сохранилась, но работа эта малопрестижная и низкооплачиваемая. С ней – ни жизнь устроить, ни карьеру сделать. В связи с этим становится понятно отсутствие интереса у определенной категории студентов к полевым работам, экспедиционным навыкам. Сейчас гораздо важнее освоить компьютерную грамоту, основы информатики, иностранные языки, а затем поступать в престижные фирмы (строительные, туристические, добывающие), работать в удобном офисе, собирать и анализировать информацию, создавать базы данных, готовить информационные записки для господ, принимающих решения. При таком подходе, это просто глупо – провести все лето в какой-то глухомани, изучая отложения и

процессы давно минувших эпох вместо того, чтобы побывать (на практике) в нескольких перспективных организациях, оценить возможность распределения, приобрести полезные связи на будущее. [1]

Но прагматичная молодежь не учитывает еще одного обстоятельства нынешнего, динамичного времени – быстроты и непредсказуемости перемен. Еще вчера цены на нефть росли, а сейчас падают, еще вчера всюду были нужны программисты, экономисты и юристы, а теперь – специалисты по нано технологиям. Нынешнему поколению в отличие от поколения уходящего наверняка в течение жизни придется не раз переучиваться. И не надо быть пророком, чтобы предсказать обязательную активизацию в ближайшем будущем экспедиционных работ в отдаленных районах нашей страны – в Сибири, на Дальнем Востоке, на побережье и в акваториях арктических морей. Так что предусмотрительно поступают именно те географы, кто помимо иностранного языка и информатики овладевает навыками экспедиционных исследований и полевых работ. Тогда как нынешние, «практичные» обитатели офисов в случае перемены конъюнктуры рискуют оказаться в трагикомичной ситуации, описанной А.А. Борзовым – ничего не видящими в природе, неспособными ни поставить, ни решить какую-либо конкретную научную задачу. Про них так и хочется сказать, слегка перефразируя слова великого писателя, чье 200-летие мы сейчас отмечаем. «Дайте такому <горе-географу> карту, выпустите его в чисто поле, так ведь пропадет, ни за грош пропадет!»[1]

Но ирония и словесные доводы – слишком слабое средство для воздействия на настроения студенческой массы. Если кафедра не заинтересована в снижении требований к уровню подготовки выпускаемых специалистов, то ей и ее методической комиссии следует решительно пересмотреть критерии оценки производственных практик студентов и магистрантов, а также их курсовых и дипломных работ. Выпускник географы должен свободно владеть всем набором методов экспедиционных исследований. Целью полевых практик должно стать приобретение навыков исследовательской работы в поле, а одной из задач студенческих работ – выработка умения обрабатывать собственный полевой исследовательский материал. Только так можно сохранить высокую марку выпускника Дальневосточного Федерального университета на фоне массовой продукции разнообразных коммерческих псевдо образовательных структур.

Литература:

1. Борзов А.А. Географические работы. Географгиз, 1951, с.290-315.
2. Зворыкин К.В. Учебные и учебно-научные станции географического факультета //География в Московском университете за 200 лет (под ред. К.К.Маркова и З.Ю.Г.Саушкина). М.: Изд. Моск. Ун-та 1955, с. 225-232.
3. Косов Б.Ф. Географические экспедиции Московского университета //География в Московском университете за 200 лет (под ред. К.К.Маркова и Ю.Г.Саушкина). М.: Изд. Моск. Ун-та 1955, с. 233-260.
4. Марков К.К. География в Московском университете к его 200-летию юбилею //География в Московском университете за 200 лет (под ред. К.К.Маркова и Ю.Г.Саушкина). М.: Изд. Моск. Ун-та 1955, с. 7-22.
5. Орлова И.А. Полевая практика студентов-географов в Московском университете //География в Московском университете за 200 лет (под ред. К.К.Маркова и З.Ю.Г.Саушкина). М.: Изд. Моск. Ун-та 1955, с. 261-286.
6. Сахарова Е.И. Производственная практика и распределение студентов кафедры геоморфологии географического факультета МГУ / Вестник МГУ, серия география, 1986, № 4, с.30-36.

РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ ПРИЧИН И СЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОМАССЫ СТЕПНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

С.С. Дубынина

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Россия, г. Иркутск, РФ,
e-mail: sdubynina@yandex.ru*

Аннотация. *Представлены результаты многолетних стационарных наблюдений за 60 лет, где уделено особое внимание продуктивности степей Юго-Восточного Забайкалья. Климатические условия наблюдений значительно отличались друг от друга периодом сухих и влажных лет в результате чего установлены значительные изменения запасов фитомассы на полигон-трансекте в разные по условиям годы как в фациях вершинных поверхностей, склонов разных экспозиций, так и в днище пади. На основе колебания осадков – выявлена возможность оценки величины доминирующих видов, создаваемой фитомассы степных геосистем в течение вегетационного периода.*

Ключевые слова: *фации полигон-трансекта, продуктивность фитомассы, виды – доминанты, периоды вегетации, климатические условия.*

THE ROLE OF STATIONARY RESEARCH IN STUDYING THE CAUSES AND CONSEQUENCES OF CHANGES IN THE PRODUCTIVITY OF PHYTOMASS OF STEPPE GEOSYSTEMS OF SOUTHEASTERN TRANSBAIKALIA

S.S. Dubynina

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Russia, Irkutsk, RF,
e-mail: sdubynina@yandex.ru*

Annotation. *The results of long-term stationary observations for 60 years are presented, where special attention is paid to the productivity of the steppes of Southeastern Transbaikalia. The climatic conditions of the observations differed significantly from each other during dry and wet years, as a result of which significant changes in phytomass reserves on the polygon-transect were established in different years both in facies of the vertex surfaces, slopes of different exposures, and in the bottom of the paddy. Based on precipitation fluctuations, the possibility of estimating the magnitude of the dominant species created by the phytomass of steppe geosystems during the growing season was revealed.*

Keywords: *polygon-transect facies, phytomass productivity, dominant species, vegetation periods, climatic conditions.*

На основе длительных многолетних стационарных исследований уделено особое внимание продуктивности фитомассы степей Юго-Восточного Забайкалья. Степи Забайкалья представляют основное хранилище растительного покрова и располагаются в центре Азиатского материка и ограничиваются координатами: 50° северной широты, 116° восточной долготы, объект детального исследования Харанорская степь (рис. 1).

Работы по продуктивности фитомассы велись на 6-ти фациях полигон-трансекта, методом укосов выделялись зеленая часть, мортмасса (ветошь и подстилка), обусловленная своеобразием гидротермических условий и местоположением конкретной фации (фото 1).

Широко известно, что в иркутский период жизни В.Б. Сочава осуществлял научное руководство многими крупными экспедициями по Западной и Восточной Сибири, а также начиная с 1961 г. руководил Харанорским физико-географическим стационаром. Изучения Харанорской степи центральноазиатского типа фаций состояли в познании природных процессов и выявлении их структурно-динамических особенностей в связи с изменением климатических условий, работы велись на полигон-трансекте в 6-ти км от Харанора.

I – III – физико-географические области: I – Центрально-Азиатская, II – Южно-Сибирская, III – горная Байкало-Джунгурская; 1 – северная граница Центрально-Азиатской области: участки степного стационара Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН и годы мониторинга: 2 – Алкучанский Говин (1958-1960 гг.), 3 – ст. Харанор (1961- 2020 гг.). изучения Харанорской степи состояла в познании режимов природных процессов северных степных центральноазиатского типа фаций и выявлении присущих им структурно-динамических особенностей в природной среде

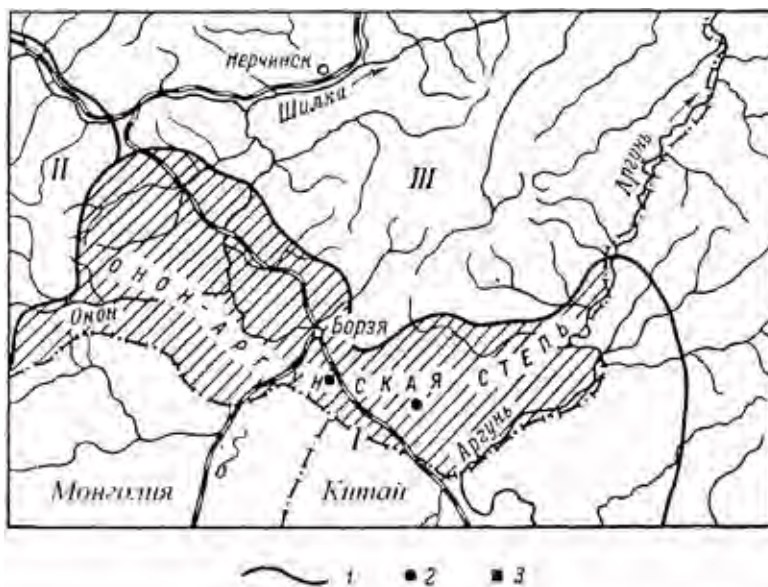


Рисунок 1. Географическое положение Онон-Аргунской степи (Сост. В.Б. Сочава, 1964).

Виктор Борисович Сочава сумел внести много нового и оригинального в решение фундаментальных проблем и сумел разработать принципиально новый методологический подход к исследованию географических и биоэкологических систем, его часто называли «генератором новых идей» [1]. Создание учения о геосистемах определило всю историю комплексных физико-географических исследований и идеи, положенные в основу учения о геосистемах, отрабатывались на Харанорском физико-географическом стационаре [2].

Мне посчастливилось работать с В.Б. Сочавой и В.А. Снытко в иркутский период их жизни. Чрезвычайно интересны их работы [3, 4], содержащие не формальные описания растительности и почвы, а глубокий анализ выявленных закономерностей с выводами и связями происходящих за счет природных явлений. Обсуждая с нами результаты во время полевых работ (фото 2),

В.Б. Сочава говорил, что для настоящего географа и ботаника важно не то, сколько километров прошагал и даже не то, сколько описаний растительности или ландшафтов он сумел описать, а то, как результаты осмыслить и проанализировать увиденное в написании научных трудов. Но главное, что нас воодушевляло – это незаметно для себя мы становились участниками решения всех их научных проблем, и мы ощущали свою причастность к их идеям и это, было огромным стимулом в нашей научной работе.

Стационарные исследования являются надежным способом познания проблем степоведения, которые связаны с глубокими преобразованиями растительного покрова вследствие

Степные фации: I – вершина, литоморфная хамеродосово-типчаковая; II – северный склон денудационно-аккумулятивная красоднево-пижмовая; III – луговая полугидроморфная днище пади злаково-разнотравная; IV – нижняя часть южного склона вострещово-тырсовая; V – средняя часть южного склона разнотравно-тырсовая; VI – тырсово-пижмовая на древней поверхности выравнивания.



Фото 1. Топологические подразделения - степные фации Харанорского полигона-трансекта.

Харанорский полигон-трансект



Фото 2. Харанорский полигон-трансект 1967 г. и сотрудники стационара слева направо: В.Б. Сочава, С.С. Дубынина, З.А. Титова, Г.Н. Мартянова, В.А. Снытко, Э.Н. Михайлова, Т.И. Хохлова.

резкого обострения взаимоотношений природных систем: температурного режима (годы засухи и осадков), а также связано с интенсивным выпасом и пожарами, уничтожающими не только семена растений, но и надземную мортмассу.

В сравнительном анализе по биопродуктивности использованы результаты многолетних наблюдений А.А. Горшковой, Н.П. Дружининой, (1958-1974 гг.), Л.Г. Нефедьевой (1968-1974 гг.), С.С. Дубыниной (1967-1984 и 2001-2020 гг.), по влажности почв Л.В. Мироненко (1969-1980 гг.) и Н.Д. Давыдовой (1969- 1986 и 2001-2020 гг.). Для оценки климата исследуемого района анализировались атмосферные осадки и температура воздуха (данные метеостанции «Борзя»).

Климат характеризуется резкой континентальностью, сочетающейся с недостаточным увлажнением, распространением многолетней мерзлоты, обилием солнечного света и отрицательными среднегодовыми температурами почвы. Каждый исследуемый год своеобразен по метеорологическим условиям и является причиной изменчивости запасов надземной массы для степей Забайкалья (рис. 2).

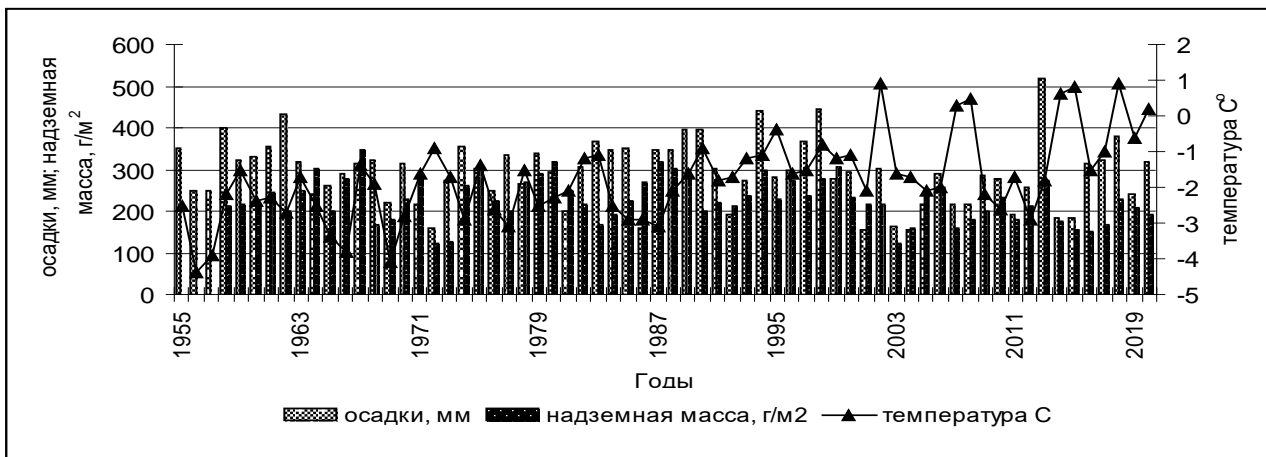


Рисунок 2. Гидротермическая характеристика Забайкальского района и средние запасы надземной массы Харанорского полигон-трансекта.

Изменение во времени метеорологических показателей свидетельствуют об устойчивом тренде повышения среднегодовой температуры воздуха $-2,7^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество атмосферных осадков – 320 мм [5]. Анализ материалов метеостанции Борзя за шестидесятилетний период времени показал, что в новом тысячелетии климат исследуемой территории значительно изменился: среднегодовое количество атмосферных осадков уменьшилось на 70 мм , а среднегодовая температура воздуха повысилась на $1,1^{\circ}\text{C}$. Количество осадков, сильно варьирующее по годам, наиболее существенно сказывается на растительном покрове. За многолетний период исследований облик Забайкальских степей неоднократно менялся. Так, например,

с 2001 по 2008 гг., был сухой период. Показатели надземной массы обусловлены перестройкой видового состава, разреженностью проективного покрытия в вершинных положениях фаций полигон-трансекта. В сухом – 2004 г., который отличался весеннераннелетней засухой, начало вегетации было поздним (конец мая и первая декада июня). Значительно высокие показатели запасов фитомассы отмечаются в осеннем периоде с конца сентября до начала октября за счет сдвинутых сроков вегетации и поздне-осенних видов растений, а также из-за крайне ограниченного времени сочетания тепла и влаги в среднелетний период и за счет аномально летней засухи (рис. 3 а,б).

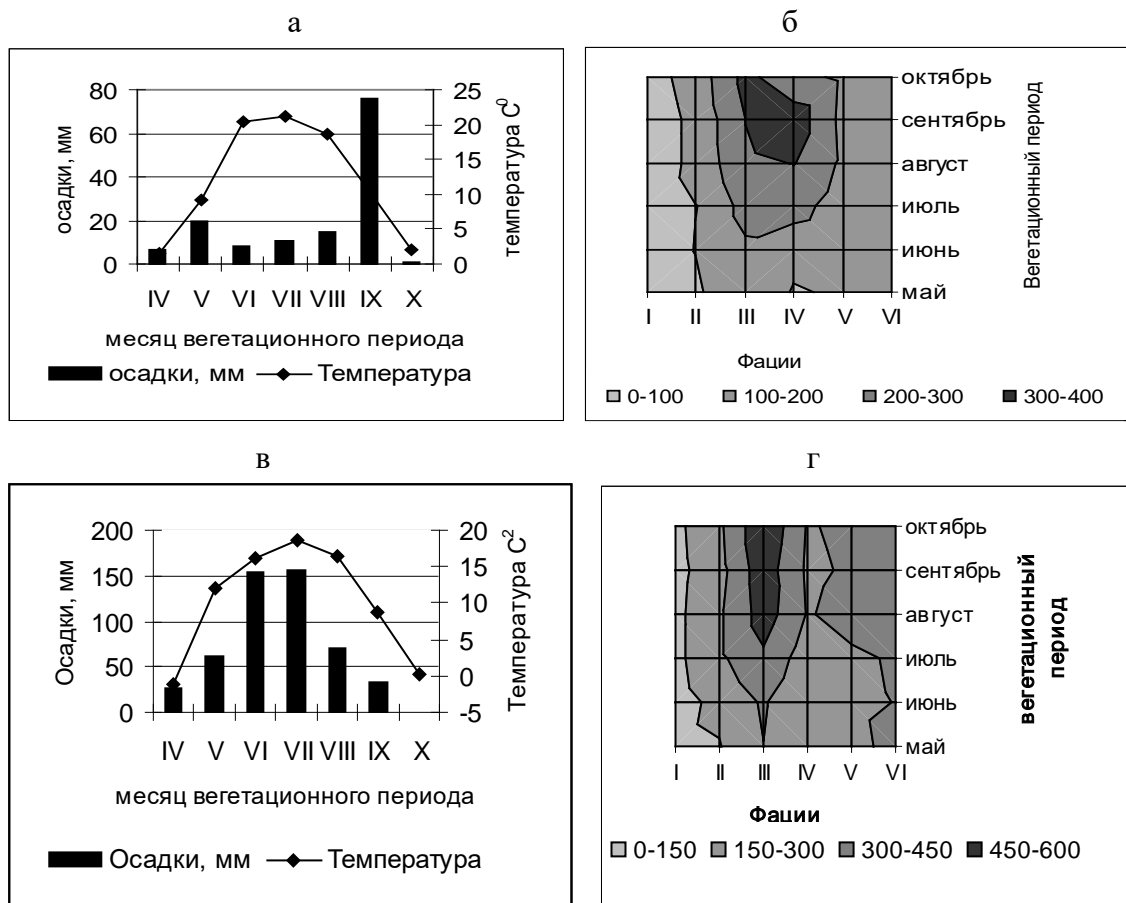


Рисунок 3. Сезонная динамика запасов надземной массы г/м² и погодных условий в сухом 2004 г. и влажном 2013 г. Харанорской степи на полигон-трансекте: а, в – среднемесячная температура воздуха и осадки; б, г – топохроноизоплетами показаны модели надземной массы в пространстве и времени.

Максимальные запасы надземной массы выявлены в фациях полигон-трансекта во влажные годы с конца июля по октябрь в травостое ложбин в злаково-лугово-разнотравном днище пади (рис. 3 б,г). Фации I и VI заканчивают свой поздне-осенний период в сентябре, октябре, приобретая желтоватоголодный вид, тогда как сообщества фации III, IV, V продолжают вегетировать. Высокие показатели фитомассы прослеживаются при температуре воздуха 18-20 °C, при сумме осадков до 150 мм. Запасы фитомассы в 2013 г. превышают 2004 г. почти в 2 раза [6].

Таким образом, на основании стационарных режимных наблюдений, проведен сравнительный анализ многолетних результатов за 60 лет, позволяющий сделать вывод, что для степей Юго-Восточного Забайкалья, характерна своя система динамического равновесия продуктивности фитомассы особенно при оптимальном соотношении тепла и влаги в пространстве и времени.

Литература

1. История в событиях и лицах. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. – 151 с.
2. Сочава В.Б. Онон-Аргунская степь как объект стационарных физико-географических исследований // Алкучанский Говин. – М.; Л, Наука, 1964. – С. 3-22.
3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
4. Снытко В.А. Ландшафтно-геохимическая характеристика основных геосистем Онон-Аргунской степи. – «Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока», 1967, вып. 15, с. 3-8.
5. Давыдова Н.Д., Дубынина С.С. Растительный покров как индикатор аридизации степей Юго-Восточного Забайкалья // Устойчивое землепользование в экстремальных условиях. – Улан-Удэ: 2003. – С. 8-11.
6. Дубынина С.С. Биологическая продуктивность растительного вещества степей Юго-Восточного Забайкалья в экстремальных условиях климата // Современные проблемы науки и образования. = 2015. - № 2-2, URL.: <https://www.science-education.ru/ruarticle/view?id=23245>.

МОНИТОРИНГ ПИРОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ИНГОДИНСКОГО ЛЕСНОГО СТАЦИОНАРА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Желибо Т.В., Банщикова Е.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

Аннотация. В статье представлены краткие итоги полевых исследований пирогенно нарушенных территорий, проведенных в окрестностях Ингодинского лесного стационара Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (ИПРЭК СО РАН). Для оценки изменений использованы индикаторы биоразнообразия: лесистость территории, площади гарей и длительно не горевших насаждений, других категорий лесных земель, видовое разнообразие. Антропогенное воздействие, выраженное в ограниченных рубках леса, устройстве дорог и просек, создании лесных культур не оказывает значительного влияния на динамику лесных экосистем.

Ключевые слова: лесные пожары, антропогенное воздействие, водная эрозия, лесистость, видовое разнообразие, Ингодинский лесной стационар, Забайкальский край

MONITORING OF PYROGEN-DISTURBED FOREST ECOSYSTEMS AROUND INGODINSKY FOREST STATION (ZABAYKALSKY KRAI)

Zhelibo T.V., Banshchikova E.A.

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita.*

Annotation. The article presents brief results of field studies of pyrogenically disturbed territories conducted in the vicinity of the Ingodinsky Forest station of the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS (INREK SB RAS). To assess the changes, indicators of biodiversity were used: the forest cover of the territory, the area of hares and long-unburned plantings, other categories of forest lands, species diversity. Anthropogenic impact, expressed in limited logging, the construction of roads and clearings, the creation of forest crops does not have a significant impact on the dynamics of forest ecosystems.

Key words: forest fires, anthropogenic impact, water erosion, forest cover, species diversity, Ingodinsky forest station, Trans-Baikal Territory

Ингодинский лесной стационар расположен в 40 км от г. Читы (Забайкальский край), вблизи р. Ингоды на северо-западном склоне хребта Черского. В исследуемом районе на экосистемном локальном уровне биоразнообразия рассмотрены высотно-поясные закономерности формирования горнотаёжных экосистем в условиях нижнего пояса (700-800 м над ур. м.) хр. Черского. Горные лесные экосистемы формируются в условиях таёжного среднегорья чаще всего на базе гидрографических бассейнов ручьев и речек. На исследованной территории распространены разнообразные лесные сообщества.

Серия лесных пожаров, возникших после 2000 г., оказала значительное влияние на уровень биоразнообразия лесного массива. В результате лесистость территории снизилась почти в половину. Основную долю запаса древесины составляют сосна обыкновенная, лиственница Гмелина, береза плосколистная и осина (рисунки 1).

Мониторинг пирогенно нарушенных территорий проведен с целью сбора фактического материала о состоянии и динамике растительных сообществ, популяций охраняемых и особо ценных видов растительных ресурсов в условиях антропогенных и природных трансформаций окружающей среды. В задачи исследований входило натурное изучение восстановления



Рисунок 1 – Снимок с квадрокоптера окрестностей Ингодинского лесного стационара, в бассейне р. Какова (юго-западный склон хребта Черского) (от 22.04.2022 г.)

растительных сообществ на многолетних ключевых площадках в современных климатических условиях, антропогенных и природных трансформаций окружающей среды; проведение мониторинга на нарушенных территориях, пройденных лесными пожарами (на постоянных пробных площадях в окрестностях Ингодинского лесного стационара); инвентаризация флоры природных, антропогенных геосистем; выявление природных и антропогенных угроз местообитаниям редких и охраняемых растений.

Одним из критериев биоразнообразия лесов является их возрастной состав. До возникновения обширных лесных пожаров значительную долю в составе лесного массива составляли молодняки и средневозрастные насаждения. Приспевающие древостои, спелые и перестойные – в меньшей степени. После пожаров соотношение возрастных групп насаждений мало изменилось. Однако значительно снизилась общая доля их участия в сложении лесов, погибли старовозрастные насаждения в возрасте более 110-130 лет. Значительно возросли площади гарей

Лесные пожары отразились на уровне видового разнообразия лесных сообществ. Общее количество видов растений на длительно не горевших участках леса достоверно больше, чем на гарях, вырубках и культурах сосны. Разница в количестве видов по категориям лесных земель отражается как на разнообразии видов трав, мхов и лишайников так и в целом ботанического состава.

В окрестностях стационара сильные лесные пожары прошли в 2000 и в 2007 гг. Лесистость данной территории снизилась в половину. На гарях и вырубках лабораторией растительных ресурсов ИПРЭК СО РАН проводились исследования состояния естественных и пирогенно нарушенных лесных сообществ, разработка способов искусственного воспроизводства лесных экосистем. Были испытаны различные способы повышения приживаемости и продуктивности лесных культур на гарях; изучены различные приемы повышения продуктивности



Рисунок 2 – Антропогенное воздействие, оказанное на лесной массив (сеть лесных дорог, овраги) (снимок с квадрокоптера от 22.04.2022 г.)

лесных насаждений; проведены испытания игольчатого катка для содействия естественного лесовозобновления на участках пожаров разных лет. Разработана шкала оценки жизненного состояния подроста на гарях с учетом местных климатических условий. Установлены особенности возобновления сосны обыкновенной на гарях и разработана технология содействия естественному возобновлению с помощью игольчатого катка [1-2].

Оценка результатов искусственного лесовосстановления лесными культурами сосны обыкновенной, созданных в 2009 г. на территории пройденной

пожаром показала успешную приживаемость. При отсутствии повторных лесных пожаров развитие и смыкание крон может способствовать переводу данных культур в покрытую лесом площадь.

Антропогенное воздействие на лесной массив исследуемой территории оказано в меньшей степени, чем от лесных пожаров. Выражается в создании дорог, вырубке просек, использовании части земель под пашню. Разрушения растительного покрова от пожаров, ливневых осадков и образование грунтовых дорог вдоль склонов привели к локальным проявлениям водной эрозии (склоновым оврагам) (рисунок 2).

В результате проведения мониторинга постоянных пробных площадей, пройденных лесными пожарами, была проанализирована динамика развития овражно-балочной сети с 2017 г. С юго-западной стороны в 550 м от Ингодинского лесного стационара на закрепленной овражно-балочной сети для многолетнего мониторинга динамики развития оврагов, были произведены линейные замеры от постоянного начала (ПН) на 9 морфоствовах, также сделаны ортофотопланы с помощью БПЛА. С помощью программы Agisoft сделана модель оврага. Выделенные для измерения овраги находятся в разной стадии развития. Наблюдаются как увеличение ширина оврага, так и затухание. Проведены экспериментальные работы по залесению одного из оврагов в хвостовой его части (рисунок 3).



а – наблюдение за развитием оврага в вершинной его части



б – проведение эксперимента по залесению оврага хвостовой его части лохом сибирским

Рисунок 3 – Проведение исследований за овражной сетью в окрестностях стационара

Известно, что крупные по площади и через короткое время повторяющиеся пожары приводят к остепнению лесных площадей – замене лесных сообществ на степные. Такая тенденция прослеживается на исследуемой территории. Так соотношение видов растений, относящихся к степному и лесному комплексам [3] на длительно не горевших насаждениях находятся в равных пропорциях. Однако после обширных, часто повторяющихся лесных пожаров отмечено увеличение доли видов растений степной экологии. Такая же тенденция наблюдается при оценке числа адвентивных (заносных, чужеродных) растений. Последний пример является индикатором нарушенности природной флоры.

По результатам исследований выявлено – зарастание травянисто-кустарничковой растительности происходит неоднородно в связи с разной степенью интенсивности пройденного пожара в прежние годы. Формируются преимущественно разнотравные и злаковые типы сообществ. В восстановлении пирогенных комплексов травянистая растительность образует плотную дернину, которая затрудняет прорастание семян, и препятствует укоренению всходов деревьев и кустарников. Это ведет к затормаживанию пирогенных сукцессий и смещению

границ лесных сообществ, формированию ленточных лесов, лесов с опушками, ерниковых прогалин. Отмечается подрост главных лесообразующих пород – сосны обыкновенной и лиственницы Гмелина.

В лесном и лесостепном массивах отмечены вида растений, из Перечня видов растений, включенных в Красную книгу растений Забайкальского края, участвующих в естественном возобновлении – *Lilium pensylvanicum* Ker-Gawler, *Hemerocallis minor* Miller, *Iris sanguinea* Donn, *Rhodiola rosea* L. Все виды относятся ко второй категории редкости. Вновь повторившиеся лесные пожары могут стать угрозой местообитаниям редких и охраняемых растений.

Таким образом, установлено, что лесные пожары определили динамику изменения лесных экосистем района исследований. Произошло значительное снижение лесистости, площади длительно не горевших лесов и уникальных плантаций древесных растений; видовой разнообразия, индексов концентрации видового богатства и редких видов, доли участия в растительном сообществе «лесных» видов и засорение растительных сообществ чужеродными видами на горях.

Литература

1. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Лесные стационарные исследования в Забайкальском крае. Чита: Поиск, 2011. 492 с.
2. Бобринев В.П., Пак Л.Н., Макаров В.П., Малых О.Ф., Захаров А.А. Лесовосстановление в горных лесах Восточного Забайкалья. Чита: «Поиск», 2008. 46 с.
3. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск. 1984. Наука. 265 с.

О НАУЧНОМ ПОЛЕВОМ СТАЦИОНАРЕ «БОЛГИТ» КФ ТИГ ДВО РАН (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

Н.В. Казаков М.П. Вяткина, В.П. Ветрова

Камчатский филиал Тихоокеанский институт географии (КФ ТИГ) ДВО РАН

Аннотация. Научный полевой стационар «Болгит» Камчатского филиала Тихоокеанского института географии был создан в 1988 г. в с. Эссо – районном центре Быстринского муниципального района. Географическое расположение поселка в центральной части Срединного хребта и центра полуострова Камчатка перспективное для проведения стационарных и экспедиционных исследований различной тематики. Сведения, собранные в период работ, проведенных на стационаре, послужили основой для выполнения научного обоснования создания крупной особо охраняемой территории – природного парка регионального значения. В границах муниципального района был образован природный парк «Быстринский» регионального значения, включенный в Список объектов Всемирного природного и культурного наследия UNESCO в номинации «Вулканы Камчатки».

Ключевые слова: Полуостров Камчатка, Быстринский район, Срединный хребет, Эссо, научный стационар.

ABOUT THE SCIENTIFIC FIELD STATION «BOLGIT» OF KB PGI FEB RAS (CENTRAL KAMCHATKA)

Vetrova V.P., Vyatkina M.P., Kazakov N.V.

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS

Annotation. The scientific field station «Bolgit» of the Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute was organized in 1988 in the village of Esso, the regional center of the Bystrinsky municipal district. The geographical location of the village in the central part of the Sredinny Ridge and the center of the Kamchatka Peninsula is promising for conducting stationary and expeditionary research of various subjects. The information collected during the period of work carried out at the station served as the basis for the implementation of the scientific justification for the creation of a large specially protected area - a natural park of regional significance. Within the boundaries of the municipal district, the natural park “Bystrinsky” of regional significance was established, included in the UNESCO World Natural and Cultural Heritage List in the nomination “Volcanoes of Kamchatka”.

Keywords: Kamchatka Peninsula, Bystrinsky district, Sredinny Ridge, Esso, research station.

В 1987 году был организован Камчатский отдел природопользования Тихоокеанского института географии ДВО АН СССР. В программе развития научного подразделения, на тот момент состоявшего из трех биологических лабораторий и сектора социально-экономических исследований (55 человек, 2 доктора и 10 кандидатов наук), на будущую пятилетку планировалось создать полнопрофильный институт с 18 лабораториями, штатом 250 научных сотрудников, службами и хозяйственными подразделениями, построить лабораторный корпус и развернуть сеть стационаров по камчатскому региону (Дыренков, 1987). Началом реализации этих планов стало создание в 1988 г. научного полевого стационара в селе Эссо – районном центре Быстринского муниципального района. Инициатива организации стационара принадлежала Петру Александровичу Хоментовскому. Быстринский муниципальный район – место исторического компактного проживания коренного малочисленного народа Севера – эвенков, поэтому стационар получил название «Болгит», что в переводе с эвенского означает кедровый стланик. Село Эссо расположено в 600 км к северу от г. Петропавловск-Камчатский. Координаты стационара: N55°55'34.19", E158°41'14.56", 480 a.s.l (m). Почтовый адрес: 684350, Россия, Камчатский край, с. Эссо, ул. Солнечная, д. 31 (Рис. 1а, 1б). Село Эссо и г. Петропавловск-Камчатский связывает федеральная трасса, действует регулярный пассажир-

ский транспорт (автобус). В с. Эссо находится аэропорт, который может использоваться для заброски экспедиций вертолетами.



Рисунок 1 - а) Здание стационара «Болгит» (слева); б) Вывеска названия организации стационара (справа).

Село Эссо расположено в центральной части Срединного хребта и в центре полуострова. Срединный хребет является водоразделом между бассейнами Охотского и Берингова морей, имеет среднегорный характер (максимальная высота – вулкан Ичинский, 3621 м.), в основном это территория горных тундр и стлаников, межгорных долин с высокоствольной растительностью. В своей центральной части восточные макросклоны хребта покрыты северо-таежными лиственничными и еловыми лесами, западный макросклон покрыт каменноберезовыми лесами и постепенно переходит в Западно-Камчатскую низменность, мозаично покрытую болотами, тундрами, пойменными лесами и каменноберезняками. Для центральной части Срединного хребта характерно развитие длительной сезонной и островной многолетней мерзлоты. В рельефе хребта широко представлены проявления активной вулканической деятельности эпох мезозоя и плейстоцена. Для окрестностей Эссо характерны обширные базальтовые платообразные возвышенности с высотой 900-1200 м над у. м., образовавшиеся в результате извержений вулкана Уксичан. Вся территория относится к ареалу развития 2-й стадии горно-долинного оледенения и имеет множество отложений и форм рельефа, иллюстрирующих это время. Современный вулканизм проявляется в форме отложений поверхностного аэрального пирокластического чехла, в основном состоящего из пеплов Ключевской группы вулканов и Шивелуча.

Стационар представляет ценность как опорная точка в центре камчатского ареала кедрового стланика (*Pinus pumila*), который в то время был основным объектом исследований лаборатории экологии растений. При изучении экологии кедрового стланика практически выпадал зимний период жизни стлаников, который без стационарных наблюдений в условиях Камчатки осуществить очень трудно. Расположение стационара позволяло проведение длительных многолетних круглогодичных наблюдений за растительностью, почвами и животным миром на постоянных пробных площадях, оснащенных различным оборудованием.

Сведения, собранные в период работ, проведенных на стационаре, послужили основой для выполнения научного обоснования создания крупной особо охраняемой территории – природного парка регионального значения. Природный парк «Быстринский», образованный в 1996 году, впоследствии был включен в Список объектов Всемирного природного и культурного наследия UNESCO в номинации «Вулканы Камчатки». С 2010 г. Быстринский природный парк входит в состав КГБУ «Природный парк «Вулканы Камчатки» как «Северный участок Кластер Быстринский».

В начальный период работы стационара были проведены маршрутные работы по долине р. Быстрая с выходом в бассейн Охотского моря (р. Копылье), по р. Уксичан, заложены профили с постоянными пробными площадями в долине р. Уксичан и правому боргу р. Быстрая до высоты 1400 м. над у. м, и выполнено их подробное геоботаническое и почвенное описание, разработано техническое задание на изготовление электронного накопителя данных по температурному режиму длительного (до года) срока действия и проведено его опробование, выполнено среднемасштабное (1:25 000) почвенное картирование полигона горной тундры со стланиковой растительностью, зафиксированы уровни залегания многолетней мерзлоты под различными типами растительного покрова, высоты над уровнем моря и экспозиции склонов, разработана и предложена классификация горно- тундровых почв Срединного хребта. База данных об уровнях залегания мерзлоты в настоящее время может служить для оценки климатических изменений с 1995 года.

За период действия стационара совместно с сотрудниками КФ ТИГ здесь работали и другие российские и зарубежные исследователи. Результаты многолетних экологических исследований тундролесья Камчатки опубликованы в книге «Экология кедрового стланика *Pinus pumila* на Камчатке» (Хоментовский, 1995; Хоментовский, 2004). Результаты почвенных исследований вошли в работы «Схема классификации почв горных тундр и стлаников Центральной Камчатки» и «Некоторые особенности почвообразования в контактной зоне кедрового и ольхового стлаников в горном тундролесье Камчатки» (Казаков, 2002; Казаков, 2009). Исследования флоры сосудистых растений были представлены в работе «Флора природного парка «Быстринский» (Центральная Камчатка)» (Чернягина, Якубов, 2009), а материалы исследований мохообразных в данном районе представлены в монографиях «Мхи полуострова Камчатка» (Чернядьева, 2012) и «Флора и фитогеография печеночников Камчатки и прилегающих островов», «Распространение мохообразных на российском Дальнем Востоке. Печеночники» (Бакалин, 2009в; Бакалин 2010). В 2015 г. опубликован обновленный аннотированный список флоры сосудистых растений (Чернягина, Бурый 2015). Материалы изучения эколого-фитоценоценологических особенностей лиственничных лесов на западной границе камчатского ареала лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi*) и на высотном пределе их распространения вошли в работу по классификации лиственничных фитоценозов (Нешатаева и др., 2009). По проекту «Микроэволюционные процессы и генетические механизмы адаптации хвойных северо-востока Азии в условиях изменяющегося климата» проведены исследования феногенетики растений с целью изучения внутри- и межвидовой изменчивости и дифференциации хвойных на севере Дальнего Востока (Vetrova, 2013; Ветрова, 2014; Орешкова и др., 2015).

Аннотированные списки насекомых, фауны рыб и земноводных, млекопитающих и авифауны были подготовлены для коллективной монографии «Растительный и животный мир Быстринского природного парка (Центральная Камчатка)» (2015).

В период 1996-2006 гг. стационар «Болгит» служил базой исследований по нескольким международным проектам, выполненных сотрудниками КФ ТИГ совместно с Институтом низких температур Хоккайдского университета. В 2003-2006 гг. по проектам «Оценка параметров водно-энергетического и углеродного обмена в таежных экосистемах» и «Мерзлота в горных районах Центральной Камчатки и ее связь с растительностью» (грант Японского Агентства науки и технологий) были проведены почвенно-ботанические исследования для многофакторного анализа параметров экосистем, характеризующих водно-энергетический и углеродный циклы. Кроме того, исследовали связь распространения мерзлоты почв с рельефом и растительностью в горных районах Центральной Камчатки (Sato T. et al, 1997; Sone T., Kazakov N., 2003; Sone T. et al. 2006; Otsuki Y., 2009).

Стационар «Болгит» до настоящего времени является центром полевых исследований, проводимых сотрудниками КФ ТИГ и сотрудниками других научных учреждений Петропав-

ловска – Камчатского (Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН), Москвы (МГУ), Санкт-Петербурга (Ботанический институт им В.Л. Комарова РАН), Владивостока (ФНЦ био-разнообразия ДВО РАН), Магадана (Северо-восточный научный центр ДВО РАН), Красноярска (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН) и др. Проводились полевые практики студентов С. Петербургского университета и Института леса и природопользования ФГБУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». В настоящее время стационар может принимать группы исследователей численностью до 10-15 человек, интересующихся природой Центральной части Срединного хребта Камчатки в самых разных её аспектах – от термальных водорослей до геологических процессов.

Литература

1. Бакалин В.А. Флора и фитогеография печеночников Камчатки и прилегающих островов. М.: Изд-во КМК. 2009в. 365 с.
2. Бакалин В.А. Распространение мохообразных на российском Дальнем Востоке. Печеночники. – Владивосток: Дальневосточный университет. 2010. Ч. 1. 175 с.
3. Ветрова В.П., Барченков А.П., Савенкова Ю.В. Эколого-географическая изменчивость и дифференциация популяций кедрового стланика в Камчатском крае по признакам генеративных органов // Сибирский экологический журнал. 2014, том 21, № 2. С. 239-252.
4. Ветрова В.П., Синельникова Н.В. Фенотипическая изменчивость и дифференциация популяций *Pinus pumila* (Pinaceae) на северо-востоке ареала // Ботанический журнал. 2014. Т.99, №7. С. 771-785
5. Дыренков С.А. Рационализация природопользования на Камчатке // Газета «Аргументы и факты», № 42 от 14.10.87 г.
6. Казаков Н. В. Схема классификации почв горных тундр и стлаников Центральной Камчатки // Почвоведение, 2002. № 10. С. 115- 120.
7. Казаков Н.В. Некоторые особенности почвообразования в контактной зоне кедрового и ольхового стлаников в горном тундролесье Камчатки // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009 № 1, вып.13. С. 26 – 32.
8. Орешкова Н.В., Ветрова В.П., Синельникова Н.В. Генетическая и фенотипическая изменчивость лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr.) на севере Российского Дальнего Востока // Сибирский экологический журнал. 2015, том 22, №1, с. 13-27
9. Растительный и животный мир Быстринского природного парка (Центральная Камчатка). 2015. /колл. авторов; отв. ред. О.А. Чернягина. – Петропавловск-Камчатский: изд-во КамГУ им. им. Витуса Беринга. – 242 с.
10. Хоментовский П. А. 1995. Экология кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) на Камчатке: общий обзор. – Владивосток: Дальнаука. 215 с.
11. Чернягина О.А., Якубов В.В. Флора природного парка «Быстринский» (Центральная Камчатка) // Тр. Камчат. фил. Тихоокеанск. ин-та геогр. ДВО РАН. Вып. VII. 2009 Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор. С. 217-270.
12. Khomentovsky P. A. 2004. Ecology of the Siberian dwarf Pine (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) on Kamchatka (General survey). – Plymouth, UK: Science Publisher, Inc. 226 p.
13. Otsuki Y., Hasegawa H., Iwasaki S., Sone T. Glacial landforms and deposits in the Uksichan River valley, Central Kamchatka, Russia // The science reports of the Tohoku University. 7th series. Geography. 2009. V. 56. № 1. P. 13–33.
14. Sato T., Khomentovsky P.A., Vegetation patterns with micro-scaling in Central Kamchatka Cryospheric studies in Kamchatka I, Hokkaido University, 1997.
15. Sone T., Kazakov N. Mountain permafrost on the north slope of Mt. Ushkovsky, Central Kamchatka, Russia // Z. Geomorph. N. F. 2003. Vol. 130. P. 167-177.
16. Sone T., Yamagata K., Otsuki Y., Sawada Y., Vyatkina M. Distribution of permafrost on the west slope of Mt. Ichinsky, Kamchatka, Russia // Bulletin of Glaciological Research. 2006. № 23. P. 69–75.
17. Vetrova V. P. Geometric morphometric analysis of shape variation in the cone-scales of *Pinus pumila* (Pall.) Regel (*Pinaceae*) in Kamchatka // Botanica Pacifica: A Journal of plant science and conservation. 2013 V.2, No1. P.19-26.

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ КРУПНЫХ ПАВОДКОВ ПРИ ПОМОЩИ БПЛА

Ким В.И., Махинов А.Н., Остроухов А.В., Матвеевко Д.В.

Институт водных и экологических проблем ХФИЦ ДВО РАН, vladkim1959@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности эрозионных процессов во время крупных паводков. Динамика берегов исследовалась при помощи съемок беспилотного летательного аппарата. На основе его данных рассчитывалась скорость размыва берегов. На основе обработки данных получены ортофотомозаики и цифровые модели береговой линии после крупных паводков 2019, 2020 и 2021 годов.

Ключевые слова. Река Амур, эрозионные процессы, многорукавные участки русла, БПЛА, паводки, наводнения.

ASSESSMENT OF SHORELINE DEFORMATION DURING MAJOR FLOODS BY UAV

Kim V.I., Makhinov A.N., Ostrouhov A.V., Matveenko D.V.

Institute of Water and Ecological Problems KHFRС FEB RAS, vladkim1959@mail.ru

Abstract. The features of erosion processes during large floods are considered. The dynamics of the shores was investigated using the filming of an unmanned aerial vehicle. Based on his data, the speed of erosion of banks was calculated. Based on data processing, orthophotomosaics and digital models of the coastline after major floods of 2019, 2020 and 2021 were obtained.

Keywords. Amur River, erosion processes, multi-channel sections, UAVs, floods.

Река Амур характеризуется высокой динамичностью русловых переформирований. Активные проявления русловых деформаций в ее нижнем течении приводят к размыву берегов на значительном протяжении. Наиболее активно эрозионные процессы проявляются на вогнутых берегах излучин и на обоих берегах в развивающихся рукавах реки, перехватывающих сток воды при его перераспределении на многорукавных участках русла.

Особенно активно эрозионные процессы проявляются во время больших паводков. В последнее десятилетие в нижнем течении Амура были сформированы четыре высоких паводка, два из которых стали самыми значительными за весь период наблюдений. На отдельных участках скорость размыва берегов составила до 15 метров за паводок, а протяженность размываемых берегов достигала 5-6 км.

Одним из существенных факторов неустойчивости берегов является большая мощность и тонкий механический состав пойменных отложений.

Особенностью, обуславливающей интенсивный размыв берегов, являются также абразионные процессы. Во время прохождения летне-осенних паводков в долине Амура часто бывают сильные и продолжительные ветры. При длине разгона 5-10 км высота волн достигает 1,5 м. Высота уступов достигает двух метров при ширине абразионных площадок до 10-15 м за один шторм (Махинов, Кандировский, 1986).

Одним из простых, но в то же время надежных способов изучения динамики берегов рек является использование беспилотных летательных аппаратов. Наблюдения с их помощью позволяют охватить большую протяженность, обеспечить высокую точность, быстроту и оперативность получения данных.

Для оценки активности эрозионных процессов во время больших наводнений на Амуре и ведения мониторинга с помощью квадрокоптера был выбран участок правого берега реки

Амур протяженностью 540 м в районе с. Славянка в Нанайском районе Хабаровского края. Аэрофотосъемка осуществлялась с БПЛА DJI Phantom 4 с высоты 120 - 140 метров штатной съемочной аппаратурой. На основе обработки данных получена ортофотомозаика и цифровая модель береговой линии с пространственным разрешением 8 см/пиксель, что соответствует масштабу 1:300.

Берег в пределах участка слабо вогнутый, имеет высоту 4-5 м и подвергается длительному размыву. Он сложен легко размываемыми суглинками. Съёмки проводились в апреле 2018 г., апреле 2019 г., октябре 2019 г. и октябре 2020 г. Таким образом, были оценено воздействие на берег трех больших паводков – 2018 (483 см), 2019 (644 см) и 2020 (628 см).

В наводнение 2018 г. отступление береговой кромки составило от 0,5 до 2 м при максимальном значении 4 м. Однако на отдельных участках протяженностью до 70 м, берег размыву не подвергался. Наибольший размыв берега произошел во время значительного наводнения 2019 г., величина которого составила 4-5 м при максимальном значении 7,8 м. Менее существенно берег отступил во время наводнения 2020 г. На большой протяженности размыв в это наводнение составил 3-4 м. Более устойчивым оказался берег в районе грунтовой дороги, вдоль которой он отступил на 0,2-1,2 м. Общий размыв берега Амура на изучаемом участке за три крупных паводка составил от 6 до 11 м при максимальном значении 15,2 м.

Анализ полученных данных показал, что размыв в разных частях берега в течение одного паводка происходит неравномерно в связи с неоднородностью состава отложений, а также хозяйственной деятельностью в прибрежной зоне. Наблюдения показали, что за три года произошло выравнивание величины размыва по всей протяженности изучаемого участка берега. Воздействие волн на берега реки возможно оценить только при проведении дополнительной съемки после штормов.

Исследование частично выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-55-80022/20) в рамках международного научного проекта BRICS.

ВЕРХНЕУССУРИЙСКИЙ СТАЦИОНАР КАК ПРИРОДНЫЙ ПОЛИГОН ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кожевникова Н.К.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН

Аннотация. Показано, что территория Верхнеуссурийского лесного стационара является уникальной площадкой для изучения взаимосвязей между гидрологическими, биогеохимическими и экологическими процессами в зоне муссонных хвойно-широколиственных лесов. Многолетний мониторинг в пределах типичных для среднегорий юга Дальнего Востока России малых речных бассейнов позволяет получить оригинальные выводы об экологических особенностях бассейнов Верхней Уссури.

Ключевые слова: стационарные исследования, природные воды, лесные экосистемы.

VERKHNEUSSURIYSKY EXPERIMENTAL STATION AS A NATURAL POLYGON FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH

Kozhevnikova N.K.

Federal Scientific Center of the East Asia terrestrial biodiversity FEB RAS

Annotation. It is shown that the territory of the Verkhneussuriysky forest experimental station is a unique platform for studying the relationship between hydrological, biogeochemical and ecological processes in the zone of monsoon coniferous-deciduous forests. Long-term monitoring at small river basins that are typical for the middle mountains of the south of the Russian Far East makes it possible to obtain original conclusions about the ecological peculiarities of catchments in the Upper Ussuri R. basin.

Key words: stationary studies, natural waters, forest ecosystems.

На территории юга Дальнего Востока России лес является основой стабильности всех природных экосистем. Сомкнутые леса в условиях муссонного климата обеспечивают в этих экосистемах нормальный ход гидрологических и биогеохимических процессов, устойчивость горных, нередко мерзлотных почв. Экологическая роль горных хвойных и хвойно-широколиственных лесов проявляется в высокой степени и выражается в положительном воздействии лесной растительности на элементы водного баланса и качество речных вод [1, 6, 8]. Изучение этих лесов как целостной комплексной системы получили широкое развитие в середине 20-го века. В Приморском крае в 1965 на Чугуевском стационаре Приморской лесной опытной станции Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства начались экспериментальные работы по изучению гидроклиматической роли хвойно-широколиственных лесов. В 1973 г. стационар стал составной частью Верхнеуссурийского объединенного биогеоценологического стационара Биолого-почвенного института Дальневосточного научного центра АН СССР (ВУС) и до настоящего времени является хорошей перспективой осуществления стабильных экосистемных наблюдений. Экспериментальные данные ВУС послужили основой для оценки гидрологической роли и питательного режима хвойно-широколиственных лесов, эколого-защитных свойств лесного покрова и климатических изменений, подготовки рекомендаций лесохозяйственному производству о ширине водоохранно-защитных полос вдоль рек, о выделении особо защитных участков в эксплуатационных лесах, о размерах водоохраных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос [6, 7, 10].

В условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия на природные комплексы стационарные наблюдения приобретают особую актуальность при решении широко-

го круга вопросов, направленных на сохранение оптимального природно-ресурсного потенциала территорий и снижение экологических рисков. Быстрые темпы изменения климата и трансформации экосистем, перенос загрязняющих веществ на большие расстояния требуют проведения экологических исследований на типичных для региона ландшафтах. Верхнеуссурийский лесной стационар ФНЦ Биоразнообразия при этом остается уникальным и перспективным объектом для изучения взаимосвязей между гидрологическими, биогеохимическими и экологическими процессами в зоне муссонных хвойно-широколиственных лесов. Территория ВУС репрезентативна для среднегорий юга Дальнего Востока России, его лесные экосистемы достаточно полно отображает локальные особенности Южного и Центрального Сихотэ-Алиня, гидрографическая сеть насчитывает более 30 малых рек 1–4 порядка. К тому же, как уже отмечалось выше, здесь проводились долгосрочные биогеоценологические исследования на постоянных пробных площадях и модельных бассейнах, и накоплен определенный объем данных по тематике экологических изысканий. Исследования прошлых лет были сосредоточены на изучении лесного и почвенного покрова, круговорота веществ, лесной гидрологии и климатологии. Химические компоненты природных вод ВУС практически не изучены. На сегодняшний день их исследование имеет важное научное и практическое значение для выяснения пределов устойчивости наземных и водных экосистем к подкислению, количественной оценки пространственной и временной изменчивости поступления и экспорта растворенных веществ с лесных водосборов, для понимания того, как, когда, где и с какой скоростью происходят изменения качества природных вод в речных бассейнах. Чтобы оценить взаимную динамику поступления растворенных веществ в геохимически сопряженных типах ландшафтных вод (атмосферные осадки–подкороновые воды–почвенные растворы–речной сток) в различных масштабах времени и пространства, на 5 речных водосборах ВУС с 2011 года по настоящее время продолжают интенсивные комплексные исследования. Важным дополнением к комплексной программе мониторинга является использование новой исследовательской приборной базы. Этим обеспечивается оперативность полевых исследований, синхронность и точность наблюдаемых параметров, их сохранение в электронной базе данных для дальнейшей качественной и надежной количественной оценки гидрологических и биогеохимических циклов путем тематического моделирования [4].

ВУС расположен на западном макросклоне Южного Сихотэ-Алиня в фоновом районе, удаленном более чем на 20 км от крупных транспортных магистралей и населенных пунктов. Территория представляет собой ограниченный четкими водоразделами участок биосферы, включает весь бассейн реки Правая Соколовка (Верховье Уссури), закрыта горными хребтами и удалена на ~400 км от морского побережья. Водосборы рек площадью от менее 0,5 до 45 км² находятся в пределах высотных отметок от 440 до 1100 м над уровнем моря. Ландшафтная структура бассейна Правой Соколовки формируется природными комплексами, различающимися по геологическому строению, положению в рельефе, растительности и почвенному покрову. Различные по возрасту и составу леса занимают более 80% его площади и играют первостепенную роль в регулировании водного режима, а также оказывают существенное влияние на химический состав природных вод. Здесь встречаются водосборы с вырубками различной интенсивности и давности, гари [2, 5, 7].

Гидрометеорологические и климатические данные ВУС. Мониторинг данных (с некоторым перерывом) ведется с 1966 года. Начиная с июля 2011 года метеорологические и гидрометрические параметры теплого периода (преимущественно с мая до 1 декады октября) определяются автоматически с заданным интервалом времени. В зимний период данные по осадкам и температурному режиму собираются «вручную». Климат района исследований влажный умеренно-холодный. Средняя годовая температура воздуха составляет 0,7 °С, с летним максимумом 37–42 °С, преимущественно в июле/августе, и зимним минимумом до –40...–43 °С. Сред-

негодовое количество осадков 820 мм, из них около 70% приходится на дождевые осадки. В конце минувшего – начале нынешнего столетия в районе исследования установлена тенденция повышения температуры воздуха в зимний и переходные периоды, большая повторяемость числа лет с недостаточным увлажнением в летние месяцы и увеличение осадков в виде снега.

Почвенно-растительный блок включает сбор информации о лесорастительных условиях и физико-химических свойствах почв десяти модельных участков, расположенных на площади 5 речных бассейнов. Площадки оборудованы на склонах с пихтовыми и кедровыми группами типов леса, а также в долинах некоторых ручьев. Здесь было заложено 16 полнопрофильных почвенных разрезов. В почвенных горизонтах определены элементный состав, содержание органического углерода и общего азота. Отношение C:N в большинстве органогенных горизонтах не превышает величину 8, что свидетельствует о быстром разложении органического вещества в гумусовых горизонтах почвы. Лишь на склонах северных экспозиций в пихтово-широколиственных и пихтово-кедрово-еловых лесах минерализация подстилки слабая, величина (C:N) здесь варьирует от 12 до 20. Основные компоненты валового состава послужили базой для описания почв мониторинговых площадок, выявления их отличий в зависимости от состава почвообразующих пород, абсолютных высот, инсоляции склона и характера лесной растительности. Установлено, что подстилка и гумусовый горизонт почвы вмещают в себя значительные количества минеральных и органических компонентов, которые извлекаются дождевыми водами и влияют, в конечном итоге, на химический состав поверхностных вод [3, 9].

Данные по химии природных вод. В общей сложности за 10-летний период было собрано и проанализировано современными методами около 3 тысяч образцов. В пробах воды были определены pH, основные компоненты химического состава, включая содержание растворенных форм органического углерода и микроэлементов. Анализ химических компонентов позволил оценить пространственно-временную вариабельность измеренных концентраций и установить вероятные факторы, способствующие их переносу в пределах малых водосборов с различной ландшафтной структурой. Изучение входных потоков вещества, как приходной части баланса элементов в изучаемых бассейнах, показало, что химический состав и минерализация атмосферных осадков сильно варьируют в зависимости от характера атмосферной циркуляции, типа и режима выпадения осадков. Из общей выборки данных было выделено 2 группы лет, в которых химический состав осадков различается на уровне класса. До 2014 года включительно в суммарном солевом балансе дождевых вод преобладали сульфаты. В последующие годы отмечены рост концентрации нитратов по отношению к сульфатам и увеличение в 1.5 – 2 раза гидрокарбонатов и кальция, что определило гидрокарбонатный тип дождевых вод. Атмосферные осадки в исследуемом районе выпадали преимущественно кислые, их водородный показатель, даже при низкой концентрации анионов сильных кислот, редко превышал значение 5.3. Основным диагностическим признаком закисления осадков теплого периода были определены соотношения в дождевых водах растворенного органического углерода и сильных кислот, а также насыщение вод основными катионами. Механизм формирования кислотных дождей в горно-лесном бассейне основывается на взаимном влиянии природных и антропогенных факторов. За исследуемый период установлена тенденция постепенного снижения кислотности дождевых вод.

В результате обобщения и анализа циркулирующих в бассейнах водных масс были получены оригинальные выводы о водной миграции макро- и микроэлементов элементов в различных ландшафтах. Структурная организация лесных экосистем, определяя степень биопродукционного и деструкционного процессов на склонах водосборов и в долинах рек, обуславливает различия концентраций и баланса растворенных компонентов природных вод. Посредством оценки степени вклада почвенных вод органогенных и минеральных горизонтов в сток рек второго и третьего порядка, была показана роль экосистемной миграция элементов и

определена геохимическая типизация ландшафтных вод в соответствии со структурой лесной растительности на водосборах. Наибольшее разнообразие химического состава подкроновых и почвенных вод было выявлено для водосборов ручьев с хорошо выраженным неоднородным ландшафтным строением. Установлено, что воды ключевых участков рек, дренирующих склоны с доминированием хвойных древостоев, более кислые, в анионном составе преобладают сульфаты, концентрация основных катионов в их водах ниже, чем в других ручьях. Увеличение доли гидрокарбонатов в составе речных вод происходит пропорционально увеличению лиственных в составе древостоев. Доля площадей занятых темнохвойными лесами обуславливает также наименьшую сезонную и межгодовую изменчивость «растворенных» форм железа и алюминия, и их более стабильную связь с органическим углеродом. В случае доминирования в бассейнах хвойно-лиственных экосистем, их сезонная и межгодовая изменчивость выражена наиболее контрастно. Особенностью элементного состава вод всех исследуемых рек является высокое содержание нитратов. Средние концентрации нитрат-ионов в речных водах стабильны из года в год и варьируют в пределах 1.9–4.7 мгNO₃/л, что на порядок выше по сравнению с другими реками Сихотэ-Алиня. Для выяснения механизмов этого явления необходимы дополнительные исследования. Разделение гидрографа стока по источникам питания, выполненное на основе детальных гидролого-геохимических съемок и применения трассерной модели смешения [5], позволили идентифицировать и рассчитать компоненты речного стока летне-осеннего периода, оценить их взаимную динамику в различных масштабах времени и пространства. На примере бассейнов с различной ландшафтной структурой было показано, что рядом протекающие реки существенно различаются по количеству и составу используемых трассеров, размерностью модели смешения. Причиной этому является большое разнообразие химического состава почвенных вод, обусловленное контрастностью геологического и геоморфологического строения, биоэкологических функций ландшафтов исследуемых бассейнов ВУС.

Таким образом, результаты комплексных исследований на ВУС выявили широкий диапазон скоростей биогеохимических процессов в пределах изучаемых ландшафтов, качественный состав и динамику источников питания рек. Дополнительные эксперименты в ближайшей перспективе с применением современных средств измерения и анализа, моделирование экогидрологических связей в малых горнолесных бассейнах могут обеспечить понимание механизмов, управляющих тенденциями качества воды, эффективное их прогнозирование и выработку адекватной концепции экологической безопасности региона.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №20-05-00812)

Список литературы

1. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия, функционирование и динамика горных геосистем Сихотэ-Алиня (юг Дальнего Востока России). В.: Дальнаука, 2005. 247 с.
2. Болдескул А. Г., Шамов В. В., Гарцман Б. И., Кожевникова Н. К. Ионный состав генетических типов вод малого речного бассейна: стационарные исследования в Центральном Сихотэ-Алине // Тихоок. Геол. 2014. Т. 33. № 2. С. 90–101.
3. Болдескул А.Г., Бурдуковский М.Л., Луценко Т.Н., Кожевникова Н.К., Шамов В.В., Губарева Т.С. Влияние современного состояния почв на динамику макроэлементов в природных водах горно-лесных ландшафтов Центрального Сихотэ-Алиня // В книге: Почвы и ноосфера. Владивосток, 2019. С.236-249.
4. Гарцман Б. И., Шамов В. В. Натурные исследования стокоформирования в Дальневосточном регионе на основе современных средств наблюдений // Вод. ресурсы. 2015. Т. 42. № 6. С. 589–599.
5. Губарева Т.С., Гарцман Б.И., Шамов В.В., Луценко Т.Н., Болдескул А.Г., Кожевникова Н.К., Лупаков С.Ю. Компоненты стока малых водосборов Сихотэ-Алиня: обобщение результатов полевых измерений и трассерного моделирования // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 6. С. 126–140.
6. Жильцов А. С. Гидрологическая роль горных хвойно–широколиственных лесов Южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2008. 331 с.

7. Кожевникова Н. К., Дюкарев В. Н. Эколого-защитные свойства лесного покрова верхнего пояса гор // Пробл. регион. экол. 2011. № 4. С. 31–38.
8. Кожевникова Н. К., Т. Н. Луценко, А. Г. Болдескул, С. Ю. Лупаков, В. В. Шапов. Водная миграция макроэлементов в хвойно-широколиственных лесах Сихотэ-Алиня // Сибирский лесной журнал. 2017. № 3. С. 60–73.
9. Луценко Т.Н., Кожевникова Н.К., Болдескул А.Г., Шапов В.В. Концентрация и экспорт растворенного органического углерода в ландшафтах бассейна Верхней Уссури // XVI Собрание географов Сибири и Дальнего Востока. Владивосток: Тихоокеанский институт географии, 2021. С. 150–152.
10. Сапожников А.П., Селиванова Г.А., Ильина Т.М., Дюкарев В.Н., Бутовец Г.А., Гладкова Г.А., Гавренков Г.И., Жильцов А.С. Почвообразование и особенности биологического круговорота веществ в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня (на примере Верхнеуссурийского стационара). Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1993. 267с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Кулаков В.В.

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск

Аннотация: Приведены данные о сооружении автоматизированных пунктов наблюдений за подземными водами, (уровень, температура, гидрохимические показатели) и полевых экспресс-анализах нестойких компонентов химического состава природных вод. Охарактеризовано формирование банка данных мониторинга природных вод по гидрогеологической и гидрохимической информации на территории на основе использования современного программного обеспечения. Приводятся результаты многолетнего мониторинга подземных и поверхностных вод в пределах Хабаровского водного узла по наблюдательным скважинам, в которых установлены автоматические датчики замера уровней, температуры и электропроводности подземных вод с фиксацией параметров каждый час и ежесуточной передачей данных наблюдений через интернет на компьютер.

Ключевые слова: мониторинг подземных и поверхностных вод, технологии стационарных наблюдений, Хабаровский водный узел

PROMISING TECHNOLOGIES FOR MONITORING GROUNDWATER AND SURFACE WATER AND PROCESSING STATIONARY OBSERVATION DATA

Kulakov V.V.

Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk

Abstract: Data are given on the construction of automated groundwater observation points (level, temperature, hydrochemical indicators) and field express analyzes of unstable components of the chemical composition of natural waters. The formation of a data bank for monitoring natural waters on the basis of hydrogeological and hydrochemical information on the territory based on the use of modern software is characterized. The results of long-term monitoring of groundwater and surface water within the Khabarovsk water hub using observation wells are presented, in which automatic sensors are installed for measuring levels, temperature and electrical conductivity of groundwater with fixing parameters every hour and daily transmission of observation data via the Internet to a computer.

Key words: groundwater and surface water monitoring, stationary observation technologies, Khabarovsk water hub.

Мониторинг подземных вод, как система слежения за естественными природными и техногенными процессами изменения их качественного состава начал выполняться на юге Дальнего Востока России с 1945 г. [1-3]. За 75-летний период накоплен уникальный материал по состоянию подземных вод территории, полученный при проведении разнообразных гидрогеологических исследований.

В настоящее время государственный мониторинг подземных вод (ГМПВ) представляет собой систему регулярных наблюдений, оценку состояния подземной гидросферы и прогнозирование её изменения под воздействием природных и техногенных факторов. Целью ГМПВ является информационное обеспечение управления государственным водным фондом (в части подземных вод) для обоснования рационального использования и охраны подземных вод от истощения и загрязнения с учетом их взаимодействия с поверхностными водами и другими компонентами окружающей среды.

Дальневосточный регион, занимающий около 40 % территории России, характеризуется весьма сложными и разнообразными мерзлотно-гидрогеологическими условиями. Здесь преобладают гидрогеологические массивы и вулканогенные бассейны, а артезианские бассейны занимают около 30 % площади региона.

В регионе выявлены типы месторождений пресных подземных вод, приуроченные к аллювиальным отложениям речных долин, к отложениям чехла артезианских бассейнов, к зонам экзогенной и эндогенной трещиноватости кристаллических пород гидрогеологических массивов, к бассейнам трещинно-карстовых вод и к покровам вулканогенных бассейнов. В подавляющем большинстве для водоснабжения населения и промышленных предприятий разведаны и эксплуатируются месторождения пресных подземных вод в аллювиальных отложениях долин, а также в чехле артезианских бассейнов.

Территория входит в провинцию железосодержащих и марганецсодержащих пресных подземных вод гумидной зоны. В регионе преобладают пресные подземные воды на всю глубину изученного разреза (сотни – тысячи метров). Площади распространения подземных вод с повышенными концентрациями железа (до 20 - 70 мг/дм³) и марганца (до 4,5 мг/дм³) приурочены к артезианским бассейнам и долинам рек, выполненным рыхлыми осадочными отложениями.

Если в горной части территории подземные воды, как правило, удовлетворяют нормативным требованиям к питьевым водам, то на равнинной, где проживает подавляющая часть населения региона, они содержат повышенные концентрации железа, марганца и других компонентов и без очистки не могут использоваться для питьевых нужд. Для некоторых районов в пределах гидрогеологических массивов характерны повышенные содержания лития, бора и др. элементов, присутствие в воде широкого спектра микрокомпонентов (из 72 количественно определяемых в настоящее время элементов встречаются 40- 45 элементов).

Наблюдательная сеть на осваиваемом для водоснабжения г. Хабаровска Тунгусском месторождении подземных вод, на котором с 2012 года функционирует Тунгусский водозабор [4, 5], относится к категории объектного (локального) мониторинга состояния недр. Целью мониторинга является своевременное выявление и прогнозирование развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние подземных вод: формирование уровней подземных вод в воронке депрессии при эксплуатации водозабора, изменение водоотбора и слежение за качественным составом подземных вод и возможным его изменением в результате антропогенного воздействия в пределах воронки депрессии и привлечения речных вод.

В Хабаровском водном узле построена сеть пунктов наблюдений мониторинга за подземными водами, состоящая из 14 кустов наблюдательных скважин (по 3 скважины на разные слои водоносного горизонта в каждом кусте). Всего 42 наблюдательных скважин. С ноября 2011 года осуществляется проведение стационарных наблюдений в районе Тунгусского месторождения подземных вод – внешний мониторинг (измерение уровней, отбор проб воды, химический, газовый и микробиологический состав подземных и поверхностных вод).

Ярусные кусты состоят из 3-х компактно расположенных наблюдательных скважин на разные интервалы глубин (слои) водоносного горизонта в каждом кусте с фильтровым интервалом на глубинах порядка 15, 30 и 45 м. Три куста наблюдательных скважин расположены по кратчайшему направлению от восточного фланга водозаборного ряда эксплуатационных скважин по направлению к урезу Пемзенской протоки Амура. На всех кустах наблюдательных скважин мониторинга установлены автоматические датчики замера уровней, температуры и электропроводности подземных вод фирмы ПОЛИНОМ типа КЕДР-ДМ v2 с фиксацией параметров каждый час и ежесуточной передачей данных наблюдений через интернет на компьютер. Замеры уровней в ручном режиме во всех наблюдательных скважинах мониторинга после установки автоматических измерительных приборов производятся при контрольных замерах ежемесячно. Уровни подземных вод в скважинах замеряются уровнем заводского изготовления.

Мониторинг химического состава подземных и поверхностных вод осуществляется в соответствии с графиком отбора водных проб на различные виды анализов. Пробы под-

земных вод отбирались в конце прокачки наблюдательных скважин погружным насосом GRUNDFOS MS3, работающим от передвижной электростанции, мощностью 4 квт. Пробы речных вод из протоки Пемзенской отбирались при помощи батометра с поверхностных горизонтов реки.

Для характеристики водного режима реки Амур в Хабаровском водотранспортном узле использовались данные наблюдений за уровнями воды по гидрометеорологической станции г. Хабаровск, опубликованные на сайте ГИС-портала Центра регистра и кадастра [7].

В районе Хабаровского водного узла на междуречье Амура и Тунгуски выделяются две гидродинамические зоны.

1. Зона активного влияния гидрологических факторов от колебания уровня поверхностных вод в протоках Амура – приречный тип режима подземных вод. В этой зоне выделяются две подзоны – приречная и берегового регулирования. При естественном гидрологическом внутригодовом режиме здесь в период межени происходит скрытая разгрузка подземных вод в реку через донные отложения.

2. Зона междуречного режима - вне зоны берегового регулирования, где питание подземных вод осуществляется за счет преимущественного инфильтрационного питания атмосферными осадками и отсутствия активного влияния гидрологических факторов на подземные воды района.

Режим подземных вод на Амуро-Тунгусском междуречье в районе Тунгусского водозабора в период эксплуатации с июля 2012 года свидетельствует о незначительном влиянии достигнутого водоотбора на гидродинамическую обстановку в части понижения уровней подземных вод. Определенное влияние на ход уровней подземных вод оказало изменение водности в бассейне Амура в последние годы – от маловодного многолетнего цикла начался период повышенной водности и, по-видимому, наблюдается пролонгированное воздействие на подземные воды последствий катастрофического наводнения 2013 года и высоких наводнений 2019 - 2021 годов.

Годовой режим уровней подземных вод по наблюдательным скважинам мониторинга в 2021 году за пределами формирующейся воронки депрессии существенно не отличается от гидродинамического режима в предыдущих 2019 и 2020 годах. Пик наводнения Амура в 2021 году пришелся на конец августа, а в предыдущем году он зафиксирован в конце сентября. В 2021 году амплитуда колебания уровня поверхностных вод в р. Амур достигла 6,27 м (от минуса 20 см в апреле до 607 см в конце августа).

Амплитуда колебания уровней подземных вод в зоне междуречного режима составила 0,73 м. В зоне приречного типа режима амплитуда колебания уровней подземных вод достигала 3,87 м. На участке Тунгусского водозабора в наблюдательных скважинах амплитуда колебания уровня подземных вод увеличивалась по мере изменения глубины установки фильтров с 1,87 до 2,21 м.

Прогрессирующее повышение уровней подземных вод в течение 2019-2021 г.г. вполне достаточно объясняется общим повышением водности поверхностной гидросети. Годовые суммы осадков в этот же период, напротив, снижаются. Установлено, что атмосферные осадки влияют на интенсивность питания продуктивной толщи лишь опосредованно, что связано с особенностями механизма местного питания подземных вод. С поверхности залегают покровные отложения, в разрезе которых повсеместно присутствуют суглинки и пластичные глины, общей мощностью до 14 м, что существенно затрудняет свободную инфильтрацию атмосферных осадков и приводит к заболоченности поверхности.

Сравнивая элементный состав воды реки Амур и подземных вод Тунгусского месторождения в районе г. Хабаровска можно отметить значительно более высокие концентрации многих тяжелых металлов и радиоактивных элементов в речной воде. Это свидетельствует о

значительной загрязненности р. Амур. Большинство из элементов, которые были установлены в речной воде, никогда ранее здесь не определялись количественными методами.

В.А. Мироненко [6] считает необходимым создание национальной системы гидрогео-экологического мониторинга, главным образом, для создания опорной сети наблюдений на уровне государственного стандарта. При этом сегодня практически вся наблюдательная сеть в России оборудована трубами из коррозионного материала, а «возраст» большинства скважин превышает 25 лет. Следствием этого является низкое качество гидрохимических данных, получаемых при опробовании наблюдательных скважин, поэтому сегодня, при их сооружении необходимо использовать только инертные материалы (нержавеющая сталь, полиэтилен и др.). По его мнению, пришло время создавать новую технологию контроля качества подземных вод.

Банк данных ГМПВ должен иметь всю гидрогеологическую и гидрохимическую информацию по территории, включая сведения, полученные при разведке месторождений твердых полезных ископаемых, мелиоративных и инженерно-геологических изысканиях под строительство различных объектов.

В настоящее время требуют срочной постановки в регионе работ по оценке запасов подземных вод на участках действующих водозаборов с одновременным обоснованием границ зон санитарной охраны; выявлению и изучению очагов нефтяного загрязнения подземных вод и оценке их опасности для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения городов и населенных пунктов; выявлению и прогнозированию подтягивания соленых вод у морских побережий к водозаборам пресных подземных вод, используемых для водоснабжения; созданию наблюдательной сети на подземные воды в районе объектов, способных вызвать катастрофические последствия для природной среды и для здоровья населения.

Литература

1. Кирюхин В.А., Кулаков В.В. Мониторинг качества подземных вод эксплуатируемых месторождений юга Дальнего Востока // Подземная гидросфера. Матер. Всероссийского совещания по подземным водам востока России. Иркутск: Изд-во ИрТГУ, 2006. С.271 – 273.

2. Козлов С.А., Кулаков В.В. История становления, основные проблемы и задачи мониторинга подземных вод в Дальневосточном регионе // Сб. докладов «Современные проблемы гидрогеологии и гидрогеомеханики (памяти В.А. Мироненко)». Санкт-Петербург: Издат. С.-Петербургского университета, 2002. С. 357 – 367.

3. Кулаков В.В., Горейко Д.Л. История организации службы и реализация концепции государственного мониторинга подземных вод России в условиях Приамурья на современном этапе // Матер. научно-практической конференции «Результаты мониторинга подземных вод на Дальнем Востоке России за 1945 – 95 гг. и задачи по обеспечению гидрогеологических и геоэкологических прогнозов в регионе». Хабаровск: НТЦ «Дальгеоцентр», 1995. С. 7 – 14.

4. Кулаков В.В., Штенгелов Р.С. Мониторинг уровней подземных вод междуречья Амура и Тунгуски // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН, 2019, №3. С.63–70.

5. Кулаков В.В., Штенгелов Р.С., Матвеев Д.В. Взаимодействие подземных и поверхностных вод в зоне Хабаровского водного узла // Науки о земле и недропользование. 2021, Т.44, № 2(75). С. 151-158.

6. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии // Монография в 3-х томах. М.: Издательство МГГУ, 1998.

7. <http://www.khabmeteo.ru/>.

ИСТОЧНИКИ, КОНЦЕНТРАЦИИ, ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВОД МАЛОГО РЕЧНОГО БАСЕЙНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Т.Н. Луценко*, Л.С. Лебедева**, В.В. Шамов***

* Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

** Институт мерзлотоведения имени П.И. Мельникова СО РАН, Якутск

Аннотация. Проведенные исследования выявили высокую пространственно-временную вариабельность содержания и состава органического вещества (ОВ) в типах природных вод: снеговых, наледных, ручьев торфяной мари, речных, озерных. Их динамика связана с условиями промерзания-протаивания, а также генезисом вод. Значимыми источниками растворенного органического вещества (РОВ) в реке могут быть бочаги-озероидные расширения русла, содержащие незамерзшую подледную речную воду, сконцентрированную вымораживанием льда. Как и в озерах, в водах бочагов формируются восстановительные условия и концентрации растворенных Fe и Mn в апреле-мае могут достигать 20 и 3,5 мг/л, соответственно. В подледных водах озер в это же время их концентрации ниже в несколько раз, причем в озерах преобладает взвешенная форма Fe. Присутствие в речных водах органического вещества с торфяной мари, по-видимому, может более эффективно поддерживать восстановительную геохимическую обстановку и устойчивость растворенных форм Fe и Mn по сравнению с автохтонным органическим веществом озер.

Ключевые слова: РОВ, РОУ, $SUVA_{254}$, озероидные расширения русла, Fe, Mn, Центральная Якутия

ORIGINS, CONCENTRATION AND ORGANIC MATTER FEATURES OF THE SMALL WATERSHED WATER OF THE CENTRAL YAKUTIA

T.N. Lutsenko*, L.S. Lebedeva**, V.V. Shamov***

* Pacific Geographical Institute FEB RAS

** Melnikov Permafrost Institute SB RAS

Abstract. The studies carried out revealed a high spatiotemporal variability in the content and composition of organic matter (OM) in the types of natural waters: snowy, icy, peat mari streams, rivers, lakes. Significant sources of OM in the river can be beaded channels, containing under-ice river water concentrated by ice-freezing processes. As in the lakes, reducing conditions are formed in the waters of beaded channels, and the concentrations of dissolved Fe and Mn in April-May can reach 20 and 3.5 mg/l, respectively. In the waters of the lakes at the same time, their concentrations are several times lower, and the suspended Fe prevails. The presence of organic matter peat mari in river waters, apparently, can more effectively maintain the reducing conditions and the stability of the dissolved Fe and Mn in comparison with the autochthonous organic matter of lakes.

Key words: DOM, DOC, $SUVA_{254}$, beaded channels, Fe, Mn, Central Yakutia

Введение

В последние десятилетия активно исследуется экспорт веществ крупными арктическими реками, при этом, меньше внимания уделяется малым рекам, в бассейнах которых формируются начальные миграционные потоки. Лиственничные ландшафты северной тайги характеризуются относительно высокой продуктивностью и заторможенностью процессов разложения органического вещества, что способствует выносу водами его значительных количеств. Целью нашей работы было дать оценку источников, концентраций и особенностей химической природы органического вещества в водах бассейна одного из малых притоков р. Лены.

Материалы и методы

В апреле–мае 2018-2019 гг. были проведены гидрохимические исследования на ключевых участках экспериментального бассейна р. Шестаковки, площадь которого составляет 170 кв.км. Бассейн хорошо изучен, здесь находится мерзлотно-гидрогеологический стационар Института мерзлотоведения СО РАН «Чабыда» В 70-80-е годы под руководством Н.П. Анисимовой на Чабыдинском стационаре проводились гидрохимические исследования.

Долина р. Шестаковки врезана в эрозионно-денудационный склон древней аллювиальной равнины с холмисто-увалистым рельефом с многочисленными понижениями (Бойцов, 1985). Геологические условия территории характеризуется отложениями кайнозойского и мезозойского возраста. Около половины бассейна занимают сосновые леса, менее 40%-лиственно-березовые с лиственницей даурской, мари и болота составляют 14%, озера-1%. В числе ключевых участков – два гидрологических поста на реке и русловые расширения-бочаги, 3 озёрных поста, пост на торфяной мари, наледный пост; отбирались также пробы снега и жидких осадков.

После отбора пробы были профильтрованы в лаборатории ИМЗ для отделения растворенного органического вещества через мембранные фильтры (PVDF, 0,45 мкм). Для выделения взвешенного органического вещества (ВОВ) воду фильтровали через стекловолоконные фильтры (Whatman, 0,7 мкм).

Концентрацию углерода РОВ проб воды определяли в лаборатории геохимии ТИГ ДВО РАН термokatалитическим окислением с ИК-регистрацией (анализатор ТОС-VCPN, Shimadzu). Содержание углерода ВОВ анализировали в блоке SSM-ТОС для анализа твердых образцов. Коэффициент вариации анализа проб и стандартов не превышал 3%. Электронные спектры поглощения РОВ записаны в интервале 200-800 нм (ShimadzuUV–2450 PC). Оптический коэффициент SUVA₂₅₄ (Weishaar et al., 2003) представляет собой отношение поглощения при длине волны 254 нм к концентрации углерода РОВ. Концентрации Fe и Mn определяли методом атомной абсорбции. Взвесь предварительно разлагали в смеси кислот.

Результаты

Мы исследовали концентрации и формы нахождения органического углерода ($C_{\text{РОВ}}$ и $C_{\text{ВОВ}}$) в снеговых, наледных, ручьевых и озерных водах, как его потенциальных источниках в водах р. Шестаковка (Табл. 1).

Таблица 1. Формы органического углерода в снеге, наледях, речных и озерных водах в бассейне р. Шестаковка в апреле-мае 2018-2019 гг.

Тип вод, место отбора	$C_{\text{орг.}}$, мг/л	$C_{\text{РОВ}}$, мг/л	$C_{\text{ВОВ}}$, мг/л	$C_{\text{РОВ}}/C_{\text{орг.}}$, %
Снег с озер (n=4)	<u>1,0-2,0</u>	<u>0,3-1,7</u>	<u>0,3-1,0</u>	<u>23,5-87,1</u>
	1,4	0,8	0,6	57,2
Лед наледей (n= 3)	<u>3,3-4,2</u>	<u>0,6-0,8</u>	<u>2,5-3,4</u>	<u>18,4-24,1</u>
	36	0,7	2,9	20,5
Ручей с мари	24,1	23,4	0,7	97,3
р. Правая Шестаковка (n= 2)	<u>38,2-104,4</u>	<u>36,7-103,4</u>	<u>1-5</u>	<u>96,0-99,0</u>
	71,3	70,1	1,3	97,5
Озера (n= 6)	<u>24,3-108,4</u>	<u>22,7-102,8</u>	<u>1,6-21,7</u>	<u>77,9-98,3</u>
	81,1	74,4	6,4	92,4
	<u>20,9-67,4</u>	<u>19,6-66,6</u>	<u>0,5-1,5</u>	<u>93,9-99,1</u>
р. Шестаковка-Верхний (n=10)	49,6	48,5	1,0	97,5
	<u>39,2-88,9</u>	<u>33,8-84,5</u>	<u>0,7-5,4</u>	<u>95-98,4</u>
Четки (бочаги) (n=5)				
	64,8	61,6	3,2	94,4
Перемерзший бочаг (лед)	98,7	31,1	67,6	31,5

В пробах снега установлены концентрации $C_{\text{орг}}$ 1-2 мг/л, самые низкие концентрации в исследуемом ряду типов природных вод. По относительному содержанию более половины в органическом веществе снеговых вод составляют водорастворимые соединения, однако довольно значительна (47%) и доля взвешенной формы (Табл.1.). Показатели качественного состава РОВ-оптические индексы $SUVA_{254}$ снеговых вод низкие (1,5-2,0 л*мг⁻¹м⁻¹), и это косвенно свидетельствует о преобладании в составе РОВ органических соединений сравнительно простого молекулярного строения.

Формирование наледей может происходить из таликовых, а также из снеговых вод. Диапазон изменения содержаний $C_{\text{орг}}$ в наледных водах 3,3-4,2 мг/л, при этом преобладающей является взвешенная форма, по-видимому, как результат необратимой фазовой трансформации РОВ при замерзании наледнеобразующих вод.

Основной объём стока реки формируется в период весеннего половодья. В конце апреля – начале мая отмечается резкий подъем уровней, их пик достигается обычно в первой декаде мая, а затем наблюдается медленный – до конца июня – спад, на который нередко накладываются дождевые паводки.

Желтоватые ручьи, стекающий с торфяной мари выше наледи и питающие реку Шестаковку, по сравнению с двумя предшествующими источниками содержит на порядок больше $C_{\text{орг}}$: 24-30 мг/л и по составу это водорастворимые органические соединения, мобилизуемые снеговыми водами из активного слоя, оттаивающего в это время на 20-25 см. Активный слой в данном случае состоит, главным образом, из верхних, отмерших частей сфагнома магелланского. По качественному составу $C_{\text{орг}}$ в ручьях с марей, мигрирует в форме РОВ и по химической природе, как показывают высокие оптические индексы, в них растворены предшественники гуминовых веществ.

В водах р. Шестаковка на верхнем и нижнем постах концентрации углерода РОВ варьируют в интервале 20-80 мг/. На 96-98% это водорастворимые органические соединения гумусовой природы. Значимым источником РОВ в основное русло могут быть воды притока Правая Шестаковка, дренирующего заболоченный участок бассейна. Индексы $SUVA_{254}$ речных вод изменялись от 3,3 до 6,0 л*мг⁻¹м⁻¹, что значительно выше, чем в снеге, т.к. в речных водах мигрируют органические соединения с фрагментами ароматического углерода и относительно высокими ММ (молекулярными массами).

Весьма интересными и малоизученными в гидрохимическом отношении являются воды четковидных расширений русла реки (бочагов). Происхождение этих гидрологических объектов, широко распространенных в криолитозоне на малых реках, остается достаточно дискуссионным (Тарбеева и др., 2019). Особенностью бочагов является существование в них незамерзшей подледной напорной воды, в которой содержание растворенных и взвешенных веществ за счет криогенного концентрирования в несколько раз выше, чем в водах основного русла осенью и в половодье. При этом каждая четка уникальна по своим морфометрическим характеристикам и по составу воды.

Концентрации углерода РОВ в бочагах в период половодья варьировали от 34 до 85 мг/л. Преимущественной формой ОВ, как и в основном русле, здесь также являются водорастворимые органические соединения (Табл. 1). По-видимому, физико-химические процессы, происходящие в период ледостава в водах и на границах вода-донные осадки, вода-лед, оказывают существенное влияние на гидрохимию и экологию реки.

Крайний случай полного промораживания небольшого бочага наблюдался на р. Шестаковка весной 2018 г. В образовавшейся трещине были хорошо видны фазовые слои вымораживающихся растворенных веществ. При потеплении и начале таяния удалось отобрать пробу цветного льда этого бочага. Концентрация органического углерода $C_{\text{орг}}$ в расплаве составила 98,7 мг/л. Основная доля ОВ при промораживании необратимо перешла в нерастворимую фор-

му (Табл. 1.), что, по-видимому, соответствует дегидратации и трансформации гидрофильных функциональных групп, поддерживающих устойчивость и растворимость высокомолекулярных фракций РОВ.

Воды озер-одни из самых продуктивных поверхностных вод, в них развиваются разнообразные виды фитопланктона. В воде озер содержание $C_{орг}$ в апреле-мае изменялось от 24 до 108 мг/л. Преобладающей формой ОВ в подледной воде является водорастворимая, доля которой может достигать 78-92%.

Качественный состав РОВ озер Б. Чабыда, М. Чабыда, Туой по индексам $SUVA_{254}$, определяется доминированием автохтонных фракций, соответственно, РОВ озер представлено метаболитами биоты, относящимися к углеводам, белкам, аминок- и карбоновым кислотам и т.д. (Steinberg, 2003)

Озеровидные расширения русла-бочаги в зимний период можно рассматривать как очень маленькие озера. И озера и бочаги зимой покрыты толстым слоем льда, в апреле 2018 года его толщина составляла 130 см. Из-за дефицита кислорода, израсходованного на дыхание и минерализацию органического вещества (ОВ) подо льдом формируется восстановительная среда и при участии микробного сообщества происходят процессы восстановительного растворения оксидов и гидроксидов Fe и Mn донных осадков и взвеси. Особенностью вод бочагов являются высокие концентрации растворенных железа (до 20 мг/л) и марганца (выше 3 мг/л). В подледных водах озер в это же время их концентрации ниже в несколько раз, причем в озерах преобладает взвешенная форма Fe. Очевидно криогенные процессы в озерах и русловых расширениях реки-бочагах имеют разную напряженность. Присутствие в речных водах органического вещества почвенно-растительного происхождения, по-видимому, может более эффективно поддерживать восстановительную геохимическую обстановку и устойчивость растворенных форм нахождения Fe и Mn по сравнению с автохтонным органическим веществом озер.

Заключение

Проведенные исследования выявили высокую пространственно-временную вариабельность качественного и количественного состава органического вещества в опробованных типах природных вод: снеговых, наледных, ручьев торфяной мари, речных, озерных. Динамика их концентраций и состава связана с условиями промерзания-протаивания, а также генезисом вод. Снеговые и наледные воды несут минимальные содержания ОВ и свою нагрузку получают, дренируя органогенные (активные) горизонты торфяной мари. Значимыми источниками ОВ в реке могут быть бочаги-озеровидные расширения русла, содержащие незамерзшую с осени подледную речную напорную воду, сконцентрированную процессами вымораживания льда.

Присутствие в речных водах органического вещества почвенно-растительного происхождения, по-видимому, может более эффективно поддерживать восстановительную среду и устойчивость растворенных форм нахождения Fe и Mn по сравнению с автохтонным органическим веществом озер.

Литература

1. Бойцов А.В. Условия формирования и режим склоновых таликов в Центральной Якутии // Криогеологические исследования. Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1985. С. 44–55.
2. Тарбеева А.М., Лебедева Л.С., Ефремов В.С., Крыленко И.В., Сурков В.В., Шамов В.В., Луценко Т.Н. Криосфера Земли. 2019. Том XXIII. № 2. С. 38–49.
3. Steinberg C.E.W. 2003. Ecology of humic substances in freshwaters. Springer, Berlin, Heidelberg. 440 p.
4. Weishaar J., Aiken G., Bergamaschi B., Fram M., Fugii R., Mopper K. Evaluation of specific ultraviolet absorbance as an indicator of the chemical composition and reactivity of dissolved organic carbon // Environ. Sci. Technol. 2003. Vol. 37. P. 4702-4708.

ВЫЯВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ ЯЧЕИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.С. Малышев

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Аннотация. *Проводится идея о перспективности углубленного изучения феномена континентальности на новом уровне с использованием стационаров. Сеть стационаров должна быть нацелена на вскрытие многоуровневой ячеистости (фрактальности) географической оболочки, на матрице которой может накапливаться информация нового качества как объективная основа решения ряда фундаментальных научных проблем и принятия практических решений в народнохозяйственной и природоохранной сферах деятельности*

Ключевые слова: *географическая оболочка, стационарные исследования, континентальность, фрактальность, ячеизация.*

DETECTION OF DYNAMIC MULTILEVEL CELLULATION OF THE GEOGRAPHICAL ENVELOPE – A PERSPECTIVE DIRECTION OF THE DEVELOPMENT OF LONG-TERM STATIONARY INVESTIGATIONS

Yu.S. Malyshev

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia, biomgeo@irigs.irk.ru

Abstract. *The idea of the prospects of an in-depth study of the phenomenon of continentality at a new level with the use of stationary stations is being carried out. A network of hospitals aimed at revealing the multi-level cellularity (fractality) of the geographic envelope, on the matrix of which information of a new quality can be accumulated, which in the future can become an objective basis for solving a number of fundamental scientific problems and making practical decisions in the national economic and environmental fields of activity*

Key words: *geographic envelope, stationary studies, continentality, fractality, cellularization.*

Изменение внешних условий существования науки в России в сочетании с внутренней логикой развития самой науки приводит к необходимости ревизии проблемного ориентирования отраслевых наук. Причем, речь следует вести о макро(мега)проблемах, имеющих выход как на фундаментальный межотраслевой и общенаучный фон, так и на практическую сферу. Отставание фундаментальных исследований физико-географической направленности неизбежно скажется (и уже сказывается) на эффективности деятельности в прикладных сферах. Назрела потребность в выдвижении для географической науки такой перспективной макропроблемы, в рамках и вокруг которой нашли бы своё место многие частные направления географии. Такая проблема представляла бы интерес и для смежных наук, создавая потенциал межотраслевых и междисциплинарных исследований.

Научные основы понимания содержания и остроты географических проблем должны соответствовать сложности решаемых задач. Фундаментально-научную базу в этой сфере может обеспечить в евразийском случае глубокое изучение феномена континентальности во всей широте видов и форм его проявления на новом уровне. Речь здесь идет прежде всего о вскрытии многоуровневой ячеистости географической оболочки на достаточно обширных её фрагментах, а в перспективе и на всем континенте.

По нашему мнению, имеются веские основания предложить в качестве базовой макропроблемы для стационарных исследований именно изучение феномена континентальности на новом уровне. Впечатление о достаточной изученности данного феномена и малом эвристическом его потенциале на перспективу нам представляются необоснованным. Потребность в достаточно детальных оценках и прогнозах предполагает наличие базовых фундаментальных знаний об особенностях смены состояний и реакций на внешние воздействия природных объектов. Подготовка следующего рывка в познании Природы предполагает в качестве условия накопление более плотной информации, как относительно её пространственно-временного разрешения, так и временной продолжительности. Особенно это касается прикладных аспектов. Практика проведения инженерно-экологических изысканий в рамках проектов крупных хозяйственных объектов показала во многих случаях нехватку отраслевой информации необходимой детальности.

Актуальность современной более углубленной проработки разнообразных последствий феномена континентальности связана, прежде всего, с ростом востребованности прогнозов локальных и региональных трансформаций ландшафтов, парциальных геосистем, климата, растительного покрова, животного населения, экзогенных геоморфологических процессов, условий функционирования и развития сельского и лесного хозяйства и т.д. Необходимо также искать пути роста конкурентоспособности внутриконтинентальных районов в условиях глобализации или изоляции страны.

Казалось бы всем понятное бассейновое членение земной поверхности явно недостаточная основа для отображения и изучения реальной ячеистости географической оболочки вследствие необеспечения реализации полимасштабного подхода в полном объеме, а возможно и пространственных несоответствий по всей иерархии масштабов. Речь должна идти о своего рода фрактальности географической оболочки разного уровня и природы. Важнейшим аспектом может стать представление о земной поверхности как антенноподобной многоуровневой структуры, нацеленной на восприятие космических воздействий, а в случае распределения теллурических потоков энергии и информации – как системы их концентраторов [2, 6]. Волновые представления в разных отраслях [1, 5, 7 и др.], подкрепленные реальными данным, могут вывести эстафетные эффекты в пространственном распространении природных проявлений, как и феномен ранговости ритмических процессов в разряд работоспособных оснований оценки и прогноза динамики географических объектов и явлений с различной заблаговременностью. Свою лепту в решение таких задач в числе прочих способна внести сеть современных географических стационаров.

Выявление ячеистости географической оболочки не исчерпывает целевую направленность новой сети стационаров, это создаёт основу, на матрице которой может накапливаться разнообразная отраслевая информация нового качества. Важно, например, достигать пространственного отображения продукционных волн биоты как согласованного, когерентного изменения состояния биологических объектов, включая и территориально-временные тренды изменений биопродуктивности. Здесь могут быть получены новые многообещающие результаты [4] в плане продвижения к волновому представлению динамики биоты на фоне дифференцированной географической среды. Взаимодействие дифференцированной географической оболочки с потоками космической и теллурической энергии и информации полевой и корпускулярной природы становится в перспективе новой основой для выявления закономерностей за пределами того, что было известно до сих пор. В перспективе можно ожидать значительного продвижения в изучении разнообразных проявлений континентальности с получением важных и в прикладном плане выводов.

Ячейки (своего рода фракталы) географической оболочки можно выявлять как раз в процессе долговременных стационарных исследований по эффектам самостоятельных реак-

ций индикаторных объектов, не согласованных с таковыми соседних «ландшафтных арен» в условиях ординарной динамики среды их существования. При прохождении больших (более низкочастотных и мощных) циклов в согласованную реакцию вовлекаются целые кластеры географических ячеек. Это уже можно обозначать как макроячейки. Можно ожидать, что геознергетические/геоинформационные ячейки, выявленные в процессе стационарных исследований не будут совпадать с ландшафтными аренами, выделенными на поверхности Земли традиционными методами. И это вскроет пласт новой географической информации.

Таким образом, для географии настал этап выбора и принятия нового стратегического плана и, соответственно, макропроблемы на значительную перспективу. Такой суперпроблемой и мог бы стать феномен континентальности во всем его сложности и многообразии. Её проработка отвечала бы не только потребностям собственного развития географической науки, но и обеспечивала более широкий спектр междисциплинарных синергий, имеющих потенциал для пополнения общенаучного фонда знаний, что способствовало бы созданию условий для роста эффективности научных исследований.

Основное возражение против перспективной эвристической емкости феномена континентальности как объекта исследований, потенциала новизны и т. д. сводится к внешней очевидности, почти географической азбучности этого феномена. Однако следует признать, что за внешней привычностью ещё многое остаётся сокрытым, если подойти к проблеме с позиций современного полимасштабного и полисистемного анализа. Попытки прогнозировать поведение географической среды и её компонентов регионального и районного масштаба в условиях глобальных климатических изменений, показывают существенный разнорезультат. Совершенно ясно вырисовывается картина – мы можем внятно доказательно работать далеко не во всех масштабах пространственного разрешения и с достаточными горизонтами оценки и прогноза ситуаций. Внутри нашего огромного континента скрывается ещё обширная, разнородная и многослойная информация. Отставание в изученности иерархической фрагментации географической оболочки от реальных потребностей уже сейчас становится тормозом на пути развития фундаментально-научных представлений и решения прикладных задач, в том числе многообразных трансграничных проблем.

Обращение к континентальности как географическому феномену требует сознательно-го формулирования целостной программы, предусматривающей и координацию отраслевых исследований, что может значительно увеличить эффективность выполнения программы. Территория Евразии как географического полигона огромна, потребности фундаментальных исследований и практических приложений требуют отраслевой информации гораздо большей пространственно-временной подробности. Те участки территории, которые ранее уже были подвергнуты широкомасштабному изучению (зона БАМ), обеспечены широким спектром сведений, что позволяет проводить интересные исследования, в том числе и с выходом за узкоотраслевые пределы [2, 3].

Выполнение данной объемной тематики потребует значительных координационных усилий. Уникальные свойства Сибири как географического полигона дают основания для получения нового знания фундаментального свойства. По мере поднятия планки исследований, расширения их пространственных, временных и проблемных масштабов, результаты работ могут выходить на уровень общероссийской и мировой значимости. В идеальном случае такие стационары должны быть комплексными, где было бы возможно проводить самые разные исследования – от геологических и метеорологических (сейсмо- и метеостанции) до биологических (биомониторинг состояния видов и сообществ).

Новая идеология географических стационарных исследований требует решение исходной задачи – планирование сети стационаров, нацеленных на вскрытие реальной ячейки географической оболочки. Общее планирование сети стационаров первоначально можно огра-

ничить некоторыми территориальными рамками с целью тестирования возможностей решения ею поставленной задачи. С одной стороны, это могут быть регионы, где явно выражена ячеизация (фрактальность) земной поверхности (например, серия котловин Байкальской рифтовой зоны). Для сравнения можно проработать и принципиально по-иному «устроенные» территории (лишенные явных геоморфологических барьеров пространства Западной Сибири). Накопление натуральных данных позволит корректировать планирование сети стационаров. Такая перманентная «самообучающаяся» стратегия, по-видимому, наиболее оправданна. Если принимать волновую природу динамики природных объектов и явлений, то применительно к планированию размещения сети стационаров важно иметь в виду барьерные эффекты, места разгрузки вещественно-энергетических волн разной природы. Такие зоны – «разрывы постепенности», диагностирующие границы «геоячеек», особенно интересны как с научных, так и с прикладных позиций.

Для решения задачи вскрытия разноуровневой, динамически меняющейся, ячеизации географической оболочки сеть стационаров должна быть достаточно плотной и опираться на иную методическую основу, нежели стационары «первой волны». В какой-то мере допустима и формальная сетка, но скорее всего она будет корректироваться, исходя из физико-географических соображений. Отработка методов стационарной индикации ячеистости географической оболочки и её последствий как раз и может начинаться на примере серии котловин. Тест-территории – горные котловины, с одной стороны, и равнинные территории, с другой, должны обеспечивать очагово-площадную информацию, дополненную данными профилирования за пределами этих очагов. Основу в этом случае могут составлять исследования на профилях между соседними стационарами, а по максимуму – звездчатую схему мониторинга, подобно методам геохимической и радиационной индикации. Накопление такой информации может выявить «переломы постепенностей» – явных кандидатов в границы между ячейками географической оболочки разного ранга.

В максимальном и даже «оптимальном» варианте создание и поддержание функционирования такой сети стационаров достаточно затратное мероприятие. Но перспективы наращивания информационных основ для новых теоретических обобщений и наработки более объективной информации для принятия практических решений делает такое вложение средств оправданным. Для движения вперед нужна исходная информация с гораздо большим пространственным и временным разрешением. Необходимо продвижение к более дифференцированному и в то же время синтезному знанию реальной динамичной ячеистости географической оболочки, чтобы не приходилось удивляться соседству районов с разным выражением, а то и противоположной реакцией на сложившуюся обстановку. Так или иначе, признание и использование феномена ячеистости географической оболочки в перспективе станет неременной основой грамотного географического исследования.

Исследование выполнено за счет государственного задания (*номер регистрации темы АААА–А21–121012190059–5*).

Список литературы

1. Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса. – Петропавловск-Камчатский: КПКУ, 2003. – 151 с.
2. Географические исследования Сибири: В 5 т. Т. 1. Структура и динамика геосистем / Отв. Ред. Ю.М. Семенов, А.В. Белов. – Новосибирск: Академические изд-во «Гео», 2007. – С. 255-283.
3. Географические исследования Сибири: В 5 т. Т. 2. Ландшафтообразующие процессы / Отв. Ред. В.Б. Выркин, Е.Г. Нечаева. – Новосибирск: Академические изд-во «Гео», 2007. – С. 24-34, 90-112.
4. Джансеитов К.К., Шишов В.В. Методы реляционной математики в дендрохронологии // Дендрохронология: Достижения и перспективы. – Материалы Всеросс. совещания. – Красноярск: Ин-тут леса им. В.Н. Сукачева, 2003. – С. 4-5.

5. Малышев Ю.С. Волновая концепция сохранения устойчивости биоты: к стратегии и планированию работ по сохранению биоразнообразия // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: Материалы междунар. научн. конференции, посвященной 95-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета. – Тверь: Твер. гос. ун-тет, 2012. – С. 381-384.

6. Малышев Ю.С. Дополнительность концепций цикличности и фрактальности в анализе и прогнозировании природных явлений // Фракталы и циклы развития систем. Матер. пятого Всеросс. научн. семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе». – Томск, 2001. – С. 144-148.

7. Мартянов Н.Е. Размышления о пульсациях Земли. – Красноярск: КНИИГиМС, 2003. – 272 с.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА ВОДЫ НА МНОГОРУКАВНЫХ УЧАСТКАХ РУСЛА РЕКИ АМУР (ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Махинов А.Н., Ким В.И., Матвеев Д.В.

Институт водных и экологических проблем ХФИЦ ДВО РАН, Хабаровск

Аннотация. Рассматриваются особенности динамики основных рукавов реки Амур в пределах пойменно-русловых разветвлений на основе анализа данных измерений расходов воды и оценки тенденций их изменений по результатам стационарных исследований. Выявлены особенности перераспределения стока между рукавами в районе Хабаровского пойменного расширения в условиях антропогенного воздействия в результате строительства переливных плотин с целью восстановления стока в основном русле реки в окрестностях города Хабаровска.

Ключевые слова: Амур, многорукавное русло, расход воды, перераспределение стока

REDISTRIBUTION OF THE WATER FLOW IN THE MULTI-BROWN SECTIONS OF THE AMUR RIVER BED (ACCORDING TO THE DATA OF STATION STUDIES)

Makhinov A.N., Kim V.I., Matveenko D.V.

Institute of Water and Ecological Problems KhFRC FEB RAS, Khabarovsk

Resume. The features of the dynamics of the main branches of the Amur River within the floodplain-channel branchings are considered based on the analysis of water flow measurement data and the assessment of trends in their changes according to stationary studies. The features of the redistribution of runoff between the branches in the area of the Khabarovsk floodplain expansion under the conditions of anthropogenic impact as a result of the construction of overflow dams in order to restore the runoff in the main river channel in the vicinity of the city of Khabarovsk are revealed.

Key words: Amur, multi-branch channel, water discharge, runoff redistribution

Введение

Стационарные исследования широко используются в гидрологии при изучении водного, ледового, гидрохимического и термического режимов рек и озер. В России имеется разветвленная сеть Гидрометеоцентра, на которых наблюдения проводятся по единой программе, однако русловой режим рек на них практически не изучается. Стационарные методы при исследовании динамики русловых процессов используются разными организациями и научными учреждениями. Чаще всего долговременные наблюдения ведутся за размывом берегов рек и переформированиями русел на относительно небольших реках или их участках обычно на одорукавных руслах. В последние годы в связи с использованием БПЛА возможности мониторинга русловых процессов существенно расширились [1].

Изучение динамики рукавов в пределах разветвлений имеют большое практическое значение вследствие постоянного перераспределения стока воды между рукавами, что нередко создает трудности для судоходства, влияет на устойчивость водозаборных сооружений, активизирует размыв берегов и т.д. [3].

Цель исследования – количественная оценка распределения стока воды р. Амур между рукавами на наиболее крупных пойменно-русловых разветвлениях и его изменений под воздействием природных и антропогенных факторов по данным многолетних стационарных исследований.

Объекты и методы исследований

Река Амур в нижнем течении на значительном протяжении имеет многорукавное русло нередко со сложными разновидностями пойменно-русловых разветвлений. Наиболее обширные разветвления характерны для Среднеамурской низменности. Они формируются на участках с широкими поймами дельтообразного вида, чередующимися с пойменными сужениями. Максимальная ширина поймы в пределах самых значительных разветвлений достигает 30 км, а протяженность – до 70 км.

На крупных реках со сложными формами многорукавного русла проведение наблюдений за русловыми переформированиями на протяженных участках затруднено. Одним из способов выявления динамики русловых процессов и прогноза их развития является оценка тенденций перераспределения стока воды между рукавами по данным многолетних наблюдений.

Исследования проводились в нижнем течении реки Амур в пределах наиболее значительных пойменно-русловых разветвлений на Среднеамурской и Удиль-Кизинской низменностях. Измерения расходов воды проводились с использованием вертушки, а в последние годы - профилографа, установленного на лодке. Зимой расходы воды измерялись подо льдом с помощью вертушки. Для этого ледовым буром поперек русла пробуривались скважины диаметром 15 см, в которые опускалась вертушка с грузом. Расходы воды измерялись в наиболее крупных рукавах на различных участках реки Амур.

Одними из первых были организованы регулярные измерения расходов воды в пределах Хабаровского пойменного разветвления реки. Для него имеется наиболее продолжительный ряд наблюдений, что связано с необходимостью ведения мониторинга в условиях нежелательного перераспределения стока воды и в связи с инженерными мероприятиями по восстановлению стока в основном русле Амура.

Результаты

Для проведения долговременных наблюдений за русловыми преобразованиями были выбраны четыре участка реки Амур, характеризующиеся сложным строением речной сети и активными русловыми деформациями. Три из них расположены в пределах Среднеамурской низменности и один – в Удиль-Кизинской низменности.

Хабаровское разветвление. Пойменное расширение в окрестностях г. Хабаровск начинается от истока протоки Казакевича и заканчивается в районе Хабаровского железнодорожного моста. Амур на этом участке характеризуется широкой поймой (максимальная ширина составляет 20 км), в пределах которой сформировалось многорукавное русло. Оно состоит из нескольких рукавов и большого количества островов. Из рукавов Амура наиболее значительны: главное русло реки, огибающее острова Тарабаров и Большой Уссурийский с севера (протяженностью 75 км), протока Казакевича (протяженностью 32 км до устья Уссури), ниже впадения Уссури имеющая название Амурская (протяженностью 40 км), протока Прямая (10 км), соединяющая протоку Казакевича с Амуром между островами Большой Уссурийский и Тарабаров, протока Пемзенская, отделяющая остров Дачный от правого берега р. Амур (10 км), и протока Бешеная, проходящая между островами Дачный и Кабельный (6 км).

Троицкое разветвление. Наиболее широкий на Нижнем Амуре пойменный массив расположен в центре Среднеамурской низменности и имеет длину около 70 км. Он пересечен многочисленными рукавами разных размеров, создающих вместе с озерами и озеровидными расширениями проток сложную гидрографическую сеть. Основное русло Амура протягивается вдоль правобережья на 35 км. Крупные второстепенные рукава Аджор, Кафа, Гирика образуют веерообразную сеть, сходящуюся в единый поток в районе с. Иннокентьевка.

Вознесенское разветвление. В районе г. Амурск пойменное расширение имеет вид протяженной дельты, расширяющейся от 10 км до 22 км. На этом участке река Амур делится на

несколько крупных рукавов с различной пропускной способностью. Основными из них являются протоки Падалинская (протяженность 9 км), Старый Амур (протяженность 12 км), Галбон (протяженность 15 км), Диппинская (протяженность 10 км), Сандинская (протяженность 16 км). Диппинская протока является основным руслом, в котором сосредоточено почти 55 % стока реки.

Мариинское разветвление. Участок Амура в районе Мариинского разветвления русла Амура находится в пойменном расширении в пределах Удыль-Кизинской низменности. В отличие от рассмотренных выше данное разветвление состоит из двух субпараллельно расположенных рукавов протяженностью 65 и 70 км. Они образуют наиболее крупный на Нижнем Амуре пойменный остров достигающий в длину 60 км при максимальной ширине 12 км.

Таким образом, наиболее сложная сеть разветвлений в нижнем течении реки Амур характерна для пойменного расширения в районе с. Троицкое, где ширина поймы достигает максимальных значений – 30 км.

Интенсивное преобразование русла р. Амур в окрестностях г. Хабаровск, приняло необратимый характер в связи с развитием проток Пемзенской и Бешеной с 1970-х годов прошлого века [2]. Если в 2000 г. по основному руслу Амура проходило чуть более 40% всего стока реки, то в 2005 г. этот показатель составлял менее 32% (табл.1). Поэтому осенний ледоход заканчивался позже, а весенний начинался раньше в протоке Пемзенской по сравнению с основным руслом. Менее значительной была протока Бешеная с расходом воды 5-6%.

Таблица 1. Изменение расходов воды в основных рукавах Хабаровского пойменного расширения

Дата	Уровень воды, см	Расходы воды, в %		
		Основное русло	Прот. Пемзенская	Прот. Бешеная
19.08.2000	+294	42,60	43,59	13,80
22.03.2001	-144	43,80	50,08	6,54
18.03.2005	-166	31,47	63,00	5,53
11.09.2007	+141	65,76	27,04	7,20
22.07.2008	+20	69,14	22,78	8,08
29.08.2011	+192	61,30	29,64	9,05
31.10.2012	+158	58,24	31,06	10,70
14.07.2013	+261	58,20	30,62	11,19
16.10.2013	+325	56,79	31,55	11,67
04.03.2014	-6	57,75	34,59	7,65
14.07.2021	+455	54,95	32,73	12,32

В основном русле Амура ниже истока протоки Пемзенской до места впадения Амурской протоки (у пос. Уссурийский) активно формировались крупные аккумулятивные образования, быстро развивающиеся в пойменные острова значительных размеров. На этом участке накопилось около 200 млн. тонн наносов. Глубина реки существенно уменьшилась и не превышала 2-3 м в период летней межени, а зимой составляла всего около 1,0 м.

После частичного перекрытия проток Пемзенская и Бешеная зимой 2005-06 гг. в основном русле сток существенно увеличился и достиг 58%. В протоке Пемзенской расход значительно уменьшился и составил менее 30% и в Бешеной менее 10% от общего стока реки (табл. 1). Однако затем в результате просадки дамбы и ее частичного размыва после крупных наводнений 2013, 2019, 2020 и 2021 гг. сток в протоках Пемзенская и Бешеная стал увеличиваться, а в основном русле уменьшаться.

Обсуждение результатов

Анализ полученных данных позволил выявить пространственные закономерности распределения стока воды между рукавами в пределах сложных пойменно-руслowych разветвлений в нижнем течении реки Амур. Одна из них заключается в том, что вниз по течению доля стока в основном русле реки Амур увеличивается (табл. 2). Последовательно происходит все более выраженная концентрация стока, достигая своих максимальных значений в низовьях реки.

Таблица 2. Доля стока в основном русле реки Амур в пределах пойменно-руслowych разветвлениях

Пойменное расширение и ближайший гидрологический пост	Расстояние от устья, км	Уровень воды по ближайшему посту, см	Доля стока в основном русле, %
Хабаровск	966	455	41,8
Троицкое	770	291	46,5
Вознесенское (Малмыж)	707	362	54,9
Мариинское	326	360	64,2

В Хабаровском расширении основное русло в условиях естественного развития интенсивно заполнялось наносами и деградировало. В Троицком наблюдается близкое к устойчивому соотношению стока между рукавами, в то время как в Вознесенском отмечается некоторое уменьшение стока в основной (Диппинской) протоке, а в Мариинском увеличение стока в главном русле Амура (Старый Амур).

Заключение

В пределах всех разветвлений реки Амур отчетливо выделяется основное русло, сосредотачивающее обычно более 40% стока реки. Часто оно бывает смещено к одной из краевых частей пойменного массива, протягиваясь вдоль него на 15-20 км. Его развитие тесно связано с динамикой второстепенных рукавов реки. На Амуре нередки случаи, когда основное русло за 50-60 лет деградирует настолько, что превращается во второстепенный рукав. В качестве примера можно привести участки реки в окрестностях Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре.

Современные русловые деформации в нижнем течении Амура наиболее активны в пределах пойменно-руслowych разветвлений реки. Перераспределение стока воды между рукавами способствует постоянному размыву берегов, а также образованию крупных аккумулятивных форм и наиболее интенсивно происходит во время больших наводнений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-55-80022.

Литература

1. Махинов А.Н., Ким В.И., Остроухов А.В., Матвеев Д.В., Дугаева Я.Ю., Паушкина В.Д. Особенности размыва берегов реки Амур в большие паводки // Тридцать шестое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Ижевск: УдмГУ, 2021. С. 126-128.
2. Махинов А.Н., Лю Шугуан. Формирование рельефа русел и берегов рек. Хабаровск: ДВО РАН, 2013. 174 с.
3. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2.: Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД. 2011. 960 с.

НАВОДНЕНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ АМУР-УССУРИ: СТОК НАНОСОВ И МЕХАНИЗМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РУСЕЛ

А.Ф.Махинова¹, А. Н. Махинов¹, Liu Shuguan²

¹Институт водных и экологических проблем ФИЦ ДВО РАН, Хабаровск, Россия,
e-mail: mahinova@ivep.as.khb.ru

²Университет Тунцзи, ул. Сипин 1239, Шанхай, КНР 200092, e-mail: liusgliu@tongji.edu.cn

Аннотация. Загрязнение Амура рассматривается как функция содержания растворимых и взвешенных форм химических соединений в речной воде. Обнаружено что в паводки интенсивность русловых деформаций определяют образование большой массы терригенного материала и увеличение мутности воды в 5-10 раз. Выявлено, что изменчивость концентраций умеренно- и малоподвижных элементов (Fe, Mn, Al, Cu, Zn и Ni) в поперечном сечении русла обусловлена содержанием взвеси органических веществ (крупно коллоидных частиц - хелатов), что связано со смывом болотных вод. Таким образом, на загрязнение русел рр. Амура и Уссури оказывают влияние заболоченность естественных водоемов в бассейнах рек и высокая степень мутности воды. Концентрация и перераспределение загрязняющих веществ в воде, их миграция обусловлены: а) сорбцией комплексных катионов $[FeHSO_4]^+$, $[FeHSO_4]^{2+}$, $[CuHSO_4]^+$ органическими и минеральными коллоидами и б) процессами химического взаимодействия агрессивных фракций фульвокислот с ионами $Fe^{(2)3+}$, Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} . Высокие паводки 2019-2021 гг. в отсутствие техногенных аварий способствовали повышению концентраций загрязняющих веществ вдоль берегов при воздействии антропогенного фактора и постепенному их снижению к срединной части поперечного сечения русла и стабилизации качества воды в реках.

Ключевые слова: русловые процессы, тяжелые металлы, миграция элементов, загрязнение

FLOODINGS ON TRANSBOUNDARY WATER BODIES OF THE AMUR-USSURI: SEDIMENT FLOW AND MECHANISMS OF POLLUTION OF COURTS

A. N. Makhinov¹, A.F. Makhinova¹, Liu Shuguan²

¹Institute for Water and Environmental Problems, FRC FEB RAS, Khabarovsk, Russia,
e-mail: amakhinov@mail.ru

²Tongji University, st. Cipin 1239, Shanghai, PRC 200092, e-mail: liusgliu@tongji.edu.cn

Abstract. Amur pollution is considered as a function of the content of soluble and suspended forms of chemical compounds in river water. It was found that during floods the intensity of channel deformations is determined by the formation of a large mass of terrigenous material and an increase in water turbidity by 5-10 times. It was revealed that the variability of the concentrations of moderately and slow-moving elements (Fe, Mn, Al, Cu, Zn and Ni) in the cross section of the channel is due to the content of suspended organic matter (coarse colloidal particles), which is associated with the washout of swamp waters. Thus, the pollution of the channels of the river. The Amur and Ussuri are influenced by the swampiness of natural water bodies in the river basins and the high degree of water turbidity. Concentration and redistribution of pollutants in water, their migration are caused by: a) sorption of complex cations $[FeHSO_4]^+$, $[FeHSO_4]^{2+}$, $[CuHSO_4]^+$ by organic and mineral colloids and b) processes of chemical interaction of aggressive fractions of fulvic acids with $Fe^{(2)3+}$, Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} . High floods 2019-2021 in the absence of technogenic accidents, they contributed to an increase in the concentrations of pollutants along the banks under the influence of the anthropogenic factor and their gradual decrease towards the middle part of the channel cross section and stabilization of water quality in the rivers.

Key words: channel processes, heavy metals, migration of elements, pollution

ВВЕДЕНИЕ

Трансграничные водные объекты Амур-Уссури являются крупными реками Восточной Азии. Они относятся к дальневосточному типу внутригодового распределения стока воды и имеют близкие характеристики по многим параметрам. Для них характерно: а) многолетняя изменчивость стока воды и наносов, б) сезонные колебания уровней воды, в) высокие паводки и низкие меженные уровни, г) многорукавность русла и высокая интенсивность русловых деформаций. Уровни подъема воды катастрофического характера имеют высокую обеспеченность и случаются на Амуре и Уссури один раз в 15-20 лет. Скорость течения воды в Амуре возрастает в 2,2 раза, а в Уссури в 2,5. Подъем уровня воды в реках сопровождается высокой активностью русловых деформаций берегов и выносом терригенного материала в русло. Наводнения на водных объектах Амур-Уссури являются опасными природными угрозами важнейших стратегических рисков России и Китая. Негативные последствия этих природных явлений приобретают межгосударственное значение, нанося значительный ущерб природной среде и обостряя экологические проблемы в регионе [Махинов, Лю Шугуан, 2013].

Исследования прохождения паводковой волны и перераспределения потоков воды между рукавами позволили выявить механизмы активизации русловых процессов, деформации берегов и степень воздействия паводков на загрязнение русел рек.

Основной целью работы является анализ пространственных и временных вариаций гидрохимических показателей, определяющих качество воды в реке Амур в период высоких паводков, и выявление особенностей механизмов концентрирования химических элементов в русловом потоке.

Цель работы заключалась в анализе пространственных вариаций гидрохимических показателей, определяющих качество воды в реке Амур в период высоких паводков, и выявление особенностей механизмов концентрирования химических элементов в русловом потоке.

В методическом отношении задача состояла в том, чтобы определить транспортирующую способность потока, выявить влияние процессов смыва загрязняющих веществ на качество воды в русле рек. Исследования проводилось в нижнем течении Амура и Уссури в период 2013-2021 гг.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в нижнем течении р. Амур на отрезке между гг. Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре во время высоких паводков. Содержание тяжелых металлов изучались в растворенной и взвешенной формах. Пробы воды отбирали из приповерхностных горизонтов в створах выше городов (7—10 км) и ниже (5—7 км) равномерно по всей ширине русла.

Образцы воды и органического материала проанализированы в аналитическом центре коллективного пользования ИТИГ ДВО РАН. Пробоподготовка воды проводилась в ИВЭП ДВО РАН (к.г.н. С.И. Левшина). Пробы воды фильтровали под вакуумом с использованием ядерных фильтров с размером пор 0,45 мкм. Фильтраты переливали в контейнеры объемом 50 мл и подкисляли HNO_3 до $\text{pH}=2$. Растворенные формы металлов определяли методом масс-спектрофотометрии с индуктивно связанной плазмой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Водный режим Амура и Уссури характеризуется неравномерностью стока, многократными и резкими подъемами уровней воды в конце лета и начале осени. Каждый год в море выносятся около $369,1 \text{ км}^3$ воды, 24 млн. т взвешенных наносов, более 20 млн. т растворенных веществ и почти 5,3 млн. т органических веществ. Русловые процессы и неравномерность стока по сезонам года оказывают большое влияние на динамичность многих показателей качества воды.

Русловые процессы и сток наносов реки Амур.

В период высоких паводков и катастрофических наводнений активизация русловых процессов увеличивает сток наносов на участках основного русла и аккумуляцию отложений во второстепенных рукавах, что создает условия для переформирования русла и изменения направления потока. Высокая динамичность русловых переформирований сопровождается увеличением скорости размыва берегов (рис. 3), что обеспечивает существенное увеличение стока веществ во взвешенном состоянии [1]. В составе твердого стока органические коллоиды и минеральные тонкодисперсные фракции составляют 85-95%. Однако на участках основного русла и второстепенных рукавов отмечается значительная неравномерность концентраций органической и минеральной взвесей в поперечном сечении потока. Для сопредельной территории Амур-Уссури установлено: 1. При уровне подъема воды >2,5 м – затопляются болотные ландшафты; 2. При уровне подъема воды >4 м отмечается контактный размыв заболоченных территорий и смыв в русло обогащенных ОВ болотных вод. На рисунках 1 показаны гидрографы наводнений для Хабаровского гидроузла. Время прохождения гребня и продолжительность паводка для катастрофического наводнения Амур -2013/2019 в Хабаровской акватории показаны ниже в таблице 1.

Установлено, что гребень подъема воды в период наводнения Амур- 2013 от Пашково до Хабаровска прошел за 10 дней, а до Комсомольска-на-Амуре за 24 дня (рис 2.). Скорость прохождения паводковой волны контролирует интенсивность русловых процессов и оказывает большое влияние на динамичность многих показателей качества воды в русле реки (табл.2). Русловые процессы оказывают определяющее влияние на сток наносов и интенсификацию загрязнения русла.

Исследования паводков в 2019 – 2021 гг. в двух створах реки Амур – в 10 км выше и ниже г. Хабаровска при ширине русла 2425 м и 1920 м показали, что размыв берегов способствует поступлению в русло реки большого количества взвешенных веществ. При расчетах

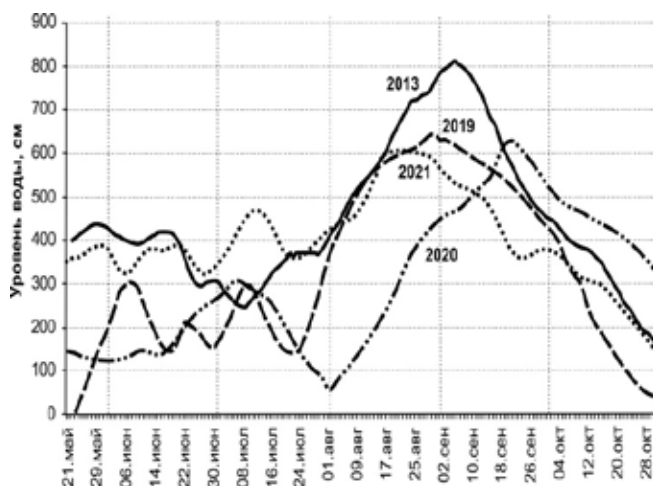


Рис. 1. Гидрографы наводнений на р. Амур

Таблица 1. Некоторые характеристики наводнений на р. Амур

Пункт наблюдений	Продолжит-сть, дн		max подъем
	паводка	подъема	
Благовещенск	27/21	58/51	426/278
Пашково	31/24	58/52	1356/701
Хабаровск	84/53	76/70	808/642
Уссури -устье	33/29	70/64	782/569
Комсомольск	32/29	74/68	835/669
Николаевск	36/31	72/70	196/137



Рис. 2. Время прохождения гребня паводка

Таблица 2. Среднее содержание элементов в период наводнения Амур-2019

Пункт наблюдений	Концентрация элементов, мкг/дм ³			
	Fe	Mn	Cu	Zn
Благовещенск	191,3	2,01	1,97	5,98
Пашково	301,8	3,99	2,09	7,12
Хабаровск	305,0	15,15	6,02	13,55
Уссури -устье	281,1	4,49	4,31	7,98
Комсомольск	317,1	15,32	8,24	19,02
Николаевск	213,9	4,21	4,01	9,02

массы вещества G , переносимого через поперечное сечение потока использовали уравнение: $G = kQV_1L[C/hg - 10^3(1-f)I]/dt$ [2], где k – коэффициент пересчета массы твердого вещества в пробе воды к его истинной массе; Q – расход воды, м³/с; V_1 – средняя скорость потока в поверхностном слое, м/с; L – расстояние между расчетными створами, м; C – скорость седиментации в водном потоке, кг/(м·с²); h – средняя глубина потока, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; f – коэффициент трения в придонном слое; I – уклон дна; 10^3 – плотность воды, кг/м³; t – время. Расчеты проводили при определенных допущениях для р. Амур ($h \geq 8$ м, $V_1/V_2 \geq 10$, где V_2 – скорость придонного течения).

Выявили, что в составе твердого стока органические и минеральные коллоиды составляют 85—90%. Масса терригенного материала фракций 0,001—0,05 мм в русле около г. Хабаровска в период наводнений увеличивалась в 1,5—1,7 раза относительно средних показателей в летнюю межень, а доля органического материала в 2,0—4,4.

Механизмы загрязнения русел рек

Концентрирование и миграция многих загрязняющих веществ в русле р. Амур происходит во время паводков в составе органо-минеральных коллоидов, что обусловлено сорбционной активностью органических и минеральных коллоидов (70—100) нм. Однако, минеральные и органические коллоиды обладают различной избирательной сорбционной способностью к химическим соединениям. Чаще всего на поверхности минеральных частиц происходит сорбция электрически нейтральных соединений. Органические коллоиды обладают большей сорбционной емкостью по отношению к комплексным катионам $[FeHSO_4]^+$, $[FeHSO_4]^{2+}$, $[CuHSO_4]^+$. Концентрации загрязняющих веществ и их динамика имеет U-образное распределение с минимальными значениями в средней части русла и наиболее высокими – в прибрежных частях створа [2]. Среди загрязнителей около 85% от общего химического стока составляют соединения Fe, Mn, Cu и Zn. Растворимые формы этих соединений составляют 10-15%, которые мигрируют в составе комплексных солей [3]. Наибольшие показатели средних концентраций соединений Fe, Mn, Cu и Zn, как наиболее загрязняющих веществ наблюдаются в Хабаровске и Комсомольске-на-Амуре (табл. 2). Высокие показатели отмечаются и в акватории Пашково, что может быть связано с высоким подъёмом уровня воды и общим загрязнением в условиях пережима. Вниз по течению содержание загрязняющих веществ меняется незначительно с тенденцией к увеличению до Комсомольска-на-Амуре, где Содержание Fe, Mn, Cu и Zn соответственно составляет – 317,1; 15,32; 8,24 и 19,02. В устье поверхность водного потока увеличивается и концентрации в нем незначительно понижаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждое крупное наводнение оказывает влияние на загрязнение русла реки. Активность русловых процессов способствует увеличению массы терригенного материала и органических коллоидов, которые сорбируют загрязняющие вещества. Их миграция влияет на качество воды и ее загрязнение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-55-80022.

ЛИТЕРАТУРА

1. Махинов А.Н., Liu Shuguang. Формирование рельефа русел и берегов рек. Хабаровск: ДВО РАН, 2013. 174 с.
2. А.Н. Махинов, А.Ф. Махинова, В.И. Ким. Динамика русловых процессов реки Амур и миграция тяжелых металлов в период наводнений. /Экология и промышленность России, 2020. Т. 26. № 2 С.58-63.
3. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химические основы экологии М.: Просвещение. 1995. 240с.

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ЗАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ БАЗЫ ТИГ ДВО РАН «СМЫЧКА»

Мишина Н.В.

ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. В настоящей работе представлены сведения об истории заселения и хозяйственного освоения территории современного Дальнегорского городского округа в XX в. Выделены и частично описаны 3 периода, в которые эти процессы происходили наиболее интенсивно. Рассмотрена история возникновения поселка Smyчка.

Ключевые слова. Smyчка, Tetyukhe, Дальнегорский городской округ, хозяйственное освоение территории, рыболовный колхоз.

TO THE QUESTION OF SETTLEMENT AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TERRITORY AROUND SCIENTIFIC STATION "SMYCHKA" (PGI FEB RAS)

Mishina N.V.

Pacific Geographical Institute FEBRAS

Annotation. This paper presents information about the colonization and economic development of the Dalnegorsk urban district in the XXth century. Three periods with the most intensity of those processes were identified and partly described. The history of the Smychka village emergence is considered.

Key words. Smychka, Tetyukhe, Dalnegorsk urban district, economic development of the territory, fishing kolkhoz.

Научно-экспедиционная база Тихоокеанского института ТИГ ДВО РАН «Смычка» расположена в одноименном населенном пункте на берегу озера Васьковского в Дальнегорском городском округе (ДГО) Приморского края. Географическое положение поселка и базы интересно тем, что находятся они не только на берегу озера, но и в пешей доступности от морского побережья (бухта Рудная) и устья реки Рудная, с которой озеро соединяется протокой. Как правило, когда речь заходит об истории заселения и хозяйственного освоения территории ДГО, в первую очередь приводятся сведения о городе Дальнегорске, расположенном в долине р. Рудной примерно в 35 км от морского побережья. История же поселений, находящихся непосредственно на побережье и небольшом удалении от него, известна в гораздо меньшей степени. В последние десятилетия над изменением этой ситуации активно работают энтузиасты краеведческого клуба «Тетюхе», опубликованные материалы которых были использованы и при подготовке настоящей публикации [3-6, 9].

До 1972 г. название Тетюхе имели рабочий поселок (р.п.), ставший в 1989 г. городом Дальнегорском, река Рудная и одноименная бухта, в которую она впадает. Административный район, центром которого являлся р.п. Тетюхе, был образован 4 марта 1941 года и назывался Тетюхинским также до 1972 г. Стоит отметить, что в публикациях до конца 1920-х гг. чаще использовалось написание Тютихэ (Тютихе, Тютюхэ).

Русские переселенцы на территории ДГО появились достаточно поздно. В.К. Арсеньев во время экспедиции по Сихоте-Алиню в 1906 г. отмечал, что из русских поселенцев лишь на одном из притоков р. Тетюхе в фанзе, приспособленной под избу, проживало 2 отшельника-старовера, никаких других поселений ни в долине р. Тетюхе (Рудной), ни в долине р. Ахобэ (Лидовка) не было [14]. Основным же населением района были китайцы. В своих путевых

заметках Арсеньев указал, что всего на р. Тетюхе расположены 34 фанзы, многие из которых находятся в стороне от основного русла реки, на притоках. Фанзы китайцев располагались в долине р. Монастырки, в устье р. Тетюхе, на месте современного с. Мономахово. Китайские фанзы были встречены экспедицией на территории современного с. Сержантово, в разных частях г. Дальнегорска (относящиеся к руднику и звероловные), в районе перевала на р. Иман. Также много китайских фанз располагалось в долине р. Ахобэ (Лидовка), часть их жителей занималась земледелием, но основным занятием была хищническая добыча оленей с помощью ям, а также выращивание оленей и изюбрей для получения пантов [14].

Отсутствие русского населения на рассматриваемой территории в 1906 г., казалось бы, противоречит тому факту, что годом основания г. Дальнегорска считается 1897 г. Однако, это не год основания поселка как такового, а год обнаружения богатейшего месторождения серебро-свинцово-цинковых руд, на месте разработки которого и возник в дальнейшем новый населенный пункт. Промышленная разработка месторождения началась в 1907 г., тогда же началось строительство жилых и административных зданий будущего горняцкого поселка. До 1906 г. русские и иностранные специалисты, работавшие на Верхнем и Нижнем рудниках, на постоянной основе жили в Ольге или Владивостоке, приезжая на Тетюхинские рудники чтобы дать задание китайским рабочим и проконтролировать его выполнение [14]. Вероятно именно поэтому в «Списках населенных пунктов Приморской области» 1912 и 1915 гг. [12-13] точная дата возникновения поселка Тютыхэ Рудник не указана.

Мы полагаем, что в процессе заселения и хозяйственного освоения территории ДГО в XX в. можно выделить 3 волны наибольшей активности: 1907-1909 гг., начало 1930-х гг., 1960-е гг. Именно в эти периоды происходило интенсивное прибытие новых жителей, рост численности населения, возникали новые поселения и создавались новые предприятия.

В первую волну освоения, как уже было отмечено, началась промышленное освоение тетюхинских месторождений. Поскольку добытая руда вывозилась морем через бухту Тетюхе за границу, началось развитие поселка Тетюхе Пристань, где в 1908 г. был построен пирс, выкопана и соединена каналом с бухтой гавань (ковш-убежище) [4]. В 1911 была сдана в эксплуатацию узкоколейная железная дорога, соединившая Тетюхе с Пристанью. В 1907 г. переселенцами из Европейской части России были основаны селения Бринеровка (в настоящее время Садовый), Владимиро-Мономаховское (Мономахово), Монастырка, в 1909 г. – Лидовка и Макарово (Каменка). Всего в 1912 г. на территории ДГО насчитывалось 8 населенных пунктов с 2090 жителей, из которых 1018 относились к рудникам [12]. В 1912 г. В.К. Арсеньев писал: «Начиная с 1907 г. переселение в Уссурийский край сильно увеличилось... Долина р. Тютыхэ превратилась в настоящий культурный центр. Цинковые, серебряно-свинцовые рудники Бринера привлекли туда массу населения. Каменные дома, железная дорога, электрическое освещение, все это появилось в какие-нибудь три года. Река Тютыхэ изменилась до неузнаваемости» [2, с. 160].

В период Первой мировой войны и революции 1917 г. в работе рудников возникли серьезные проблемы, которые привели в итоге к консервации предприятия в 1918 г. В 1925 г. Правительством Советской России был заключен договор с английской горнопромышленной корпорацией о сдаче в концессию тетюхинских рудников на 36 лет. В 1926 году возобновились работы по добыче и переработке руды. Одновременно началась подготовка к переоборудованию обогатительной фабрики и постройке плавильного завода [4].

Численность сельского населения в современных границах ДГО (без учета жителей поселков при рудниках) в 1915 г. оценивалась в 1137 [12] и 1274 человек [8]. В 1923 г. по данным сельскохозяйственной переписи на этой же территории проживало 1474 человек в 11 населенных пунктах [10]. К 1926 г. численность населения увеличилась до 3196 человек, из которых 1423 относились к 3-м поселкам при рудниках, а 1773 человека – к остальным населенным

пунктам, общее количество которых увеличилось до 32 (из них селений – 14, хуторов и заимок – 18) [11].

В 1931 г. советское правительство выкупило тетюхинское горнопромышленное предприятие у английских концессионеров и в январе 1932 г. был создан государственный Сихотэ-Алинский полиметаллический комбинат «Сихали» [4]. На начало 1930-х гг. пришлась вторая волна хозяйственного освоения территории ДГО, включая его прибрежные районы. В 1930 г. был построен плавильный (свинцовый) завод, который в середине 30-х гг. выплавлял 53 % от всего свинца в стране. В Лидовке был создан колхоз. В Макарово в 1931 г. был запущен в эксплуатацию рыбокомбинат. В 1933 году здесь же построили рыбоконсервный завод с ивасевой и крабовой линиями. В 1932 г. на месте современного с. Сержантово было организовано подсобное хозяйство комбината «Сихали», которое занималось выращиванием крупного рогатого скота, кролиководством, овощеводством. В 1934 г. началось строительство жилья непосредственно в районе подсобного хозяйства [4]. По данным переписи населения 1939 г. на территории ДГО проживало 14,2 тыс человек, в т.ч. 11,9 тыс городского и 2,3 тыс сельского населения [7].

Именно к волне освоения 1930-х гг. относится возникновение и период активного развития поселка Смычка. В конце 1920-х годов для развития прибрежного рыболовства в Приморье из переселенцев формировались рыбацкие артели, которые отправлялись водным путем по всему побережью от Посыета до Совгавани. По побережью Ольгинского района, в который входила и территория ДГО, насчитывалось 16 береговых рыбопромысловых участков и 30 крестьянских рыбалок. В период коллективизации артели объединялись в колхозы. Один из колхозов получил название «Смычка». В его состав вошли артели «Деятель» (создана в 1927 г. крестьянами Владимиро-Мономахово), «Рыбак Каспия» и «Владимировская» (переселенцы из Астраханской и Ростовской областей, поселившиеся в 1928-1929 гг. в бухтах Тадушу и Тетюхе) [3]. Под центральную усадьбу колхоза был выделен участок на берегу оз. Васьковского. Жилые дома начали здесь строиться с 1930 г., также были построены кузница, бондарная мастерская, контора, магазин, пекарня, электростанция, баня, скотный двор, столярная и слесарная мастерские [6].

За «Смычкой» были закреплены значительные водные пространства, но не было флота для больших объемов вылова рыбы. Судостроителем-самоучкой И.Д. Борбатом в колхозе была организована бригада плотников, которые стали строить парусно-гребные шаланды собственной конструкции. К 1932 г. колхоз своими силами и средствами построил 18 шаланд [3]. Далее И.Д. Борбатом была разработана конструкция рыболовецкого судна кавасаки, и колхозом получено официальное разрешение на строительство таких судов для других колхозов побережья. В 1939-1940 гг. в «Смычке» были построены рыболовецкие сейнеры, макеты которых были представлены на Сельскохозяйственной выставке в Москве в 1940 г. За них судостроительная бригада колхоза получила награды участников ВДНХ. Строительство рыболовецких сейнеров, в т.ч. обновленной конструкции, продолжилось на берегу бухты Тетюхе до начала 1950-х гг. Суда строились под открытым небом на песках в устье реки по 5-6 месяцев. Строительная бригада состояла из 19-20 человек. В 1950 году рыболовецкий колхоз получил статус судостроительного. Однако уже в 1954 г. было принято решение о прекращении строительства деревянных корпусных сейнеров и судостроительная история «Смычки» закончилась [3].

Весь период строительства судов основной деятельностью колхоза оставалось рыболовство, но с 1936 г. «Смычка» занималась только ловлей рыбы, которую сдавала комбинату «Сихали» и рыбокомбинату в Макарово. Ранее колхоз также занимался засолкой рыбы. В колхозе также было большое подсобное хозяйство, ферма крупного рогатого скота, пасека, фруктово-ягодный сад, мебельное производство, мельница [3]. В поселке был открыт фельдшерский медпункт, начальная школа, клуб с киноустановкой, зрительным, музыкальным зала-

ми, библиотекой. Через р. Монастырку ходил паром. На 1 января 1936 г. в Смычке числилось 307 человек населения [5], на 1 января 1949 г. – 326 человек [6].

В 1957 г. «Смычка» был объединен с колхозом «Моряк-Рыболов», где стал базироваться весь рыболовецкий флот. Молодежь, которая хотела и умела вести добычу рыбы, перебралась в Моряк-Рыболов. Часть населения ушла работать на плавзавод и рудники. Поселок Смычка быстро опустел. В 1961 году остатки колхоза «Смычка» соединили с подсобным хозяйством комбината «Сихали» [4]. В 1970 г. в Смычке была закрыта начальная школа, располагавшаяся примерно на месте современного стационара ТИГ ДВО РАН [9].

С начала 1950-х гг. в р.п. Тетюхе начались работы по строительству горно-химического комбината, который выпустил свою первую продукцию осенью 1959 г. Но отдельные его цеха продолжали строиться и в 1960-е гг., на которые пришлась третья волна активного заселения и хозяйственного освоения ДГО. В период с 1959 по 1970 гг. численность населения района увеличилась в 1,5 раза – с 33,5 до 49,3 тыс человек [7]. Кроме бурного развития химического и горнодобывающего производств, в районе велось активное строительство жилья, объектов транспортной и социальной инфраструктуры, благоустройство населенных пунктов. Численность населения в районе увеличивалась до конца 1980-х – начала 1990-х гг. В 1989 г. в ДГО проживало 63,2 тыс человек. После 1991 г. в результате политических и социально-экономических преобразований в стране численность населения в районе имела отрицательную динамику, в 2021 г. количество жителей ДГО составило 41,4 тыс человек. В состав территории городского округа в настоящее время, кроме г. Дальнегорска, входят 4 села (Каменка, Рудная Пристань, Краснореченский, Сержантово) и 3 деревни (Лидовка, Мономахово, Черемшаны), т.е. всего 7 населенных пунктов, что меньше, чем количество селений на данной территории в 1912-1915 гг.

Литература

1. Анкета 1910 года к материалам по обследованию сельского населения Приморской области / Г.У.З.З. Переселенческое Управление. Владивосток: Изд. Примор. переселен. района, 1912. 19 с.
2. Арсеньев В. К. Краткий военно-географический и военно-статистический очерк Уссурийского края 1901-1911 гг. Хабаровск: Тип. Штаба Приамурского военного округа, 1912. 335 с.
3. Борбат С.В. Судостроительный колхоз «Смычка». Владимиро-Александровское: Творческое объединение «Крона», 2014. 76 с.
4. История Дальнегорского городского округа. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://old.pgpb.ru/cd/terra/dalnegor/tetuh_05.htm#top (Дата обращения: 20.05.2022).
5. Колесников Н.В. Тетюхе-Дальнегорск. Кн. 1-2. Дальнегорск, 2017. Неопубл. Хранение: ЦГБ им К.И. Богацкой. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/AU4p/YnQJ78Jjm> (Дата обращения: 20.05.2022).
6. Колесников Н.В., Борбат С.В. Из истории Смычки: посвящается первым переселенцам, осваивающим бухту Тетюхе. Дальнегорск, 2013. 410 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://disk.yandex.ru/d/fEu0X_Zuea6gF (Дата обращения: 20.05.2022).
7. Население Приморского края по городам, поселкам городского типа и сельским населенным пунктам (1926-1975 гг.). Справочник. Хабаровский комплексный НИИ ДВНЦ АН СССР. Хабаровск, 1976. 157 с.
8. Населенные и жилые места Приморского района. Крестьяне. Иностранцы. Желтые: перепись населения 1-20 июня 1915 г. / М-во Земледелия; Примор. переселенческий район, Стат. отдел. Владивосток: Тип. Примор. обл. правления, 1915. 136 с.
9. О школе села Смычка // Тетюхинский вестник № 12. 25.11.2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dalcgb.ru/wp-content/uploads/2021/11/12.pdf> (Дата обращения: 20.05.2022).
10. Сельскохозяйственная перепись 1923 года на Дальнем Востоке / ЦСУ, Дальневосточное обл. стат. упр. Хабаровск, 1925. Вып. 3: Поселенные итоги. 332 с.
11. Список населенных мест Дальневосточного края: по материалам Всесоюзной переписи населения 17 декабря 1926 года и Приполярной переписи 1926-27 года / Р.С.Ф.С.Р. Ц.С.У. Дальневост. краев. стат. отд. Хабаровск: Тип.-лит. акц. о-ва «Книжное дело», 1929. 229 с.

12. Список населенных мест со статистическими данными о каждом поселении, составленный по официальным сведениям: Приморская область. Владивосток: Изд. Примор. обл. стат. комитета, 1915. 141 с.
13. Список населенных пунктов Приморской области, ярмарок и почтово-телеграфных учреждений, железнодорожных станций и волостных правлений, производящих почтовые операции. Владивосток: Изд. Примор обл. стат. комитета, 1912. 82 с.
14. Сюсюркин Е.С. Подвиг длиной в 180 дней: Маршрут экспедиции В.К. Арсеньева по Кировскому, Чугуевскому, Ольгинскому, Кавалеровскому, Дальнегорскому, Тернейскому, Красноармейскому и Дальнереченскому районам Приморского (Уссурийского) края в 1906 году. Дальнегорск, 2006. 116 с.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ И РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ГЕОСИСТЕМ МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И ВИЗУАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ (на примере Пермского Прикамья)

Назаров Н.Н., Белоусова А.П., Фролова И.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Аннотация. Применение дистанционных методов при изучении лесных и болотных геосистем, является действенным приемом в установлении скорости и направленности их развития. В зависимости от масштабности проводимых работ в качестве опорного (ключевого) участка могут выступать как отдельные ландшафты, так и их структурные элементы. Дешифрирование космических снимков при использовании комбинаций спектральных каналов с последующей классификацией по методу максимального подобия позволяет получать объективную информацию об объектах исследования.

Ключевые слова: дистанционные методы, программа Landsat, управляемая классификация, спектральные каналы, лесистость, реликтовые элементы ландшафта.

THE RESEARCH OF THE DYNAMICS AND DEVELOPMENT OF FOREST AND SWAMP GEOSYSTEMS BY METHODS OF AUTOMATED AND VISUAL INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGES (on the example of the Perm Prikamye)

Nazarov N.N., Beloysova A.P., Frolova I.V.

Perm State University

Annotation. The use of the remote methods in the research of forest and swamp geosystems is an effective technique in establishing the speed and direction of their development. Depending on the amount of the work being carried out, both individual landscapes and their structural elements can act as a reference (key) site. The interpretation of space images using combinations of spectral channels with subsequent classification by MLE allows to obtain objective information about the objects of the research.

Keywords: remote sensing, Landsat, controlled classification, spectral channels, forest cover, relict landscape elements.

Изучение динамики и развития природных систем является одним из наиболее перспективных и востребованных направлений современного отечественного ландшафтоведения. Для Пермского Прикамья, представленного таежными и подтаежными ландшафтами, такие исследования актуальны для лесных и болотных геосистем, занимающих ведущее место в их структуре. В последние годы подобные исследования вследствие разнообразия исходных задач отличались масштабностью объектов изучения и детальностью покомпонентного анализа. Объединяло такие исследования использование преимущественно дистанционных методов и целеполагание – выявить общую направленность развития природных процессов в пространстве и времени.

1. Как показали последние исследования динамики лесистости в центральной и южной частях Пермского Прикамья (территории со сравнительно высокой долей сельскохозяйственных угодий), в отдельных ландшафтах наблюдается значительное увеличение лесных площадей.

Изучение скорости замещения пашни лесными геосистемами проводилось с использованием дистанционных методов и последующей детализацией пространственно-временных

особенностей развития восстановительных сукцессий в процессе полевого обследования. Основным приемом фиксации данного процесса являлось сравнение контуров рисунка залесенных территорий на разновременных космических снимках. Информационным ресурсом, на основе которого были оценены изменения площади сельскохозяйственных угодий (преимущественно уменьшения) стали спутниковые данные программы Landsat, доступные за период с 1984 г. по настоящее время.

- Методика работы включает в себя следующие основные этапы:
- создание коллекции спутниковых снимков и их предобработка;
- создание маски сельскохозяйственных угодий;
- создание масок лесопокрытых территорий шагом в 10 лет (1990-е, 2000-е, 2010-е, 2020-е гг.);
- анализ изменения лесистости территории ландшафтов.

Выделение лесопокрытых территорий производилось по снимкам, полученным в период с устойчивым снежным покровом, что позволило наиболее точно определить границы лесопокрытых территорий благодаря сильному яркостному контрасту между покрытыми снегом безлесными участками и лесной растительностью при условии использования разновременных данных [4]. Для этого использовался ближний инфракрасный, красный и зеленый спектральные каналы (комбинация «Искусственные цвета»). Дальнейшая классификация снимка производилась при помощи проведения классификации с обучением по методу максимального правдоподобия.

Исследования показали, что за последние тридцать лет в результате прироста лесных геосистем лесистость в среднетаежной подзоне с 83,7% увеличилась до 86,5%, в южнотаежной – с 69,9 до 81,5%, в подтаежной зоне – с 54,5 до 74,2%.

2. В настоящее время активно процессы болотообразования на территории Пермского Прикамья развиваются в северной части региона. В бассейне р. Южная Кельтма болота и заболоченные земли составляют 35%, в бассейнах рек Весляны и Косы – 20 и 15% соответственно. Большая часть крупных болотных массивов приурочена к котловинам выдувания, образовавшихся в позднем неоплейстоцене в результате дефляции. Плоский характер рельефа и слабая водопроницаемость глинистого элювия верхнепермских отложений, лежащего в подошве флювиогляциальных и аллювиально-озерных образований, а также большое количество атмосферных осадков (при слабой испаряемости) привели к интенсивному заболачиванию значительной части бассейна верхней Камы.

По данным стационарных наблюдений, проведенных А.А. Генкелем в конце 30-х – начале 40-х гг. прошлого века, скорость прироста сфагновых мхов в среднем составляла 1,5 см в год, изменяясь в зависимости от увлажненности отдельных частей болотного массива в пределах 0,5–2,5 см/год. Близкие к ним значения скорости по косвенным признакам были определены в процессе изучения влияния верховых болот на прилегающие сосновые леса (левый берег Камы ниже устья р. Косы) в 80-е годы прошлого столетия. Наблюдения показали, что пологие «берега» древних речных песчаных кос, веерообразно вдающихся в болотные массивы, в современных условиях «съедаются» со скоростью до 0,5 м/год. Фронтальное расширение в периферийных частях болотных массивов фиксировалось по наличию усохших зрелых сосняков. Мощность мохового покрова, располагающегося выше корневой шейки погибших деревьев, в этих геосистемах на момент проведения обследования составляла 20–50 см.

Относительно динамики развития болотных геосистем в Пермском Прикамье информации необходимой для понимания общей направленности развития процесса в регионе в настоящий период явно недостаточно. Ранее проведенные наблюдения за приростом мощности торфа и динамикой границ торфяных массивов не дают полного представления о пространственно-временных особенностях развития процесса в регионе и требуют расширения территории исследований и внедрения современных и прежде всего дистанционных методов

наблюдения. С этой целью, используя разновременные космические съемки, проведено изучение скорости и масштабов угнетения растительного покрова, прежде всего древесной растительности, в процессе наступления болота на смежные с ним геосистемы. Для осуществления измерений скорости продвижения болотных фаций вглубь материковых урочищ были использованы архивные данные программы Landsat 1984 и 2022 гг. В летний сезон 2021 г. проведено также полевое обследование болот в левобережной части долины Камы. Территорией исследования стала пограничная полоса Окининского болота, контактирующая с первой надпойменной террасой р. Кама и частично поймой (60°16'24" с.ш. 55°19'20" в.д.).

Известно, что наиболее чувствительными к развитию процесса угнетения растительного покрова выступают спектральные яркости в диапазоне NIR (0,851–0,879 мкм) [3]. Особенно чувствителен данный диапазон к изменению влажности, содержащейся в зеленой массе растений. Для исключения влияния подстилающей поверхности (почвенного покрова, травяной и кустарничковой растительности) на спектральное изображение космоснимка и фиксирование изменений только в верхнем древесном ярусе растительности были использованы снимки с устойчивым снежным покровом. Объединение двух ближних инфракрасных каналов позволило зафиксировать изменения состояний древесной растительности за последние 38 лет.

Мульти временной композит, полученный в результате совмещения разновременных данных, был подвергнут классификации. В данном случае проведена ручная (экспертная) классификация по спектральным признакам. Территории, на которых произошло угнетение древесной растительности – замещение здоровых деревьев сухостоем, имеют характерный голубой оттенок. Наличие красного оттенка указывает на развитие прироста зеленой массы деревьев при сохранении местоположения границ болотных и лесных фаций. Угнетенное состояние сосны и образование сухостоя нашло подтверждение и в процессе проведения наземных наблюдений.

По результатам классификации в пределах ключевого участка было зафиксировано сокращение площади здорового лесного покрова на территории 0,81 га. Смещение границ болотных фаций вглубь материка составило в среднем 75–85 м. Соответственно, средняя скорость смещения критических условий для жизни сосны в глубь материка (переувлажнение почвы, экспансия болотной растительности) составляет около 2 м/год. Наиболее активно наступление болота происходило на пологих берегах и практически не меняло своих границ на крутосклонных участках, представленных эоловыми буграми или древними речными косами.

3. Важное значение в понимании и изучении закономерностей развития природных геосистем в пространстве и времени сыграло выдвинутое Б.Б. Польшовым еще в первой половине прошлого века положение о наличии в структуре ландшафтов *реликтовых*, *консервативных* и *прогрессивных* элементов. Эти элементы представляют собой морфологические, биотические, аквальные и иные проявления стадийности в развитии геосистем современного ландшафта. На множестве примеров, опирающихся главным образом на результаты изучения лесостепных и степных ландшафтов России и смежных территорий, ведущими физико-географами в конце прошлого и начале нынешнего столетия было указано на место *реликтовых* элементов в составе геосистем. В значительно меньшей степени исследования коснулись места и роли *консервативных* и *прогрессивных* элементов в современном развитии ландшафта [1].

Отсутствие для Пермского Прикамья научно-исследовательских работ подобного плана и при этом появление в последние десятилетия новых данных о палеогеоморфологических обстановках в бассейне верхней Камы [2] стимулировало проведение исследований развития геосистем и геодинамической устойчивости элементов ландшафта на этой территории. Модельным участком, состоящим из разновозрастных структурных элементов, была выбрана Камско–Кельтминская низменность – крупнейшее по своей площади сочетание болотных, аллювиально-озерных и эоловых геосистем на севере Пермского края. Осуществлена попытка прогноза направленности развития ландшафта в целом на кратко- и среднесрочную перспек-

тивую, задействовав при этом логику переходов его структурных частей в направлении от прогрессивных через консервативные к реликтовым геосистемам.

Основной массив информации, использованной для получения данных о структуре современных геосистем, составили результаты дешифрирования космических снимков, полученных со спутника Landsat-8 OLI с разрешением 30 м в спектральных каналах Coastal/Aerosol (0,435–0,451 мкм), Blue (0,452–0,512 мкм), Green (0,533–0,590 мкм), Red (0,636–0,673 мкм), NIR (0,851–0,879 мкм), SWIR-1 (1,566–1,651 мкм), SWIR-2 (2,107–2,294 мкм), Cirrus (1,363–1,384 мкм). Процесс определения следов руслового воздействия на поверхность озёрной террасы на начальном этапе включал в себя случайный выбор комбинаций каналов, наилучшим образом «показывающих» контуры отдельных эрозионных систем. В качестве их элементов, как правило, выступали древние прирусловые валы и гривы («веера блуждания»). Для изучения особенностей строения рельефа применялись наиболее приемлемые для геоморфометрического анализа и построения топографических профилей цифровые модели рельефа из свободно распространяемых (ArcticDEM, Alos DEM, TanDEM-X), а также созданных на основе векторизации карт масштаба 1:100 000 и 1:25 000. Возрастные характеристики элементов ландшафта были получены в процессе определения относительного и абсолютного возрастов (прямых датировок) болотных, аллювиальных и подстилающих их отложений (69 радиоуглеродных дат по торфу, сапропелю и древесине).

Выделение в ландшафтной структуре Камско-Кельтминской низменности геосистем определенных стадий своего развития позволило установить траекторию развития как ландшафта в целом, так и отдельных его частей. В пределах Камской депрессии (расширение долины Камы в западной части низменности) наличие крупного водотока – Камы объясняет преобладание здесь *прогрессивных* элементов в структуре разновозрастных геосистем и сохранение тенденции их «омоложения» в среднесрочной перспективе. Напротив, в Кельтминской ложбине наблюдается превалирование *консервативных* элементов, особенно в северной и центральной ее частях, что не предполагает смены направленности ландшафтогенеза в ближайшем будущем.

Таким образом, можно констатировать, что применение дистанционных методов при изучении лесных и болотных геосистем сегодня становится действенным инструментарием в установлении скорости и направленности их развития. В зависимости от масштабности проводимых работ в качестве опорного (ключевого) участка могут выступать как отдельные ландшафты (в индивидуальной трактовке), так и структурные элементы – урочища, фации. Наибольший эффект при дешифрировании космических снимков достигается при использовании комбинаций спектральных каналов с последующей их классификацией по методу максимального подобия.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00276.

Литература

1 Александровский А.Л., Гласко М.П. Взаимодействие аллювиальных и почвообразовательных процессов на разных этапах формирования пойм равнинных рек в голоцене (на примере рек центральной части Восточно-Европейской равнины) // Геоморфология. 2014. № 4. С. 3–17.

Назаров Н.Н., Копытов С.В. Использование данных дистанционного зондирования в изучении перестроек речной сети (на примере верхней Камы) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019б. Т. 16. № 1. С. 105–117. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-105-117.

Терехин Э.А. Применение данных спутниковой съемки для анализа многолетних изменений в лесах Белгородской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. №2. С. 70–80.

4. Peterson U., Pussa K., Liira J. Issues related to delineation of forest boundaries on Landsat Thematic Mapper winter images // International Journal of Remote Sensing. 2004. V. 25. №24. P. 5617–5628.

СИХОТЭ-АЛИНСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК КАК ПОЛЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Потиха Елена Викторовна, Сутырина Светлана Викторовна

*Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник имени К.Г. Абрамова,
Приморский край, Терней*

Аннотация. *Приведены основные направления научных исследований и экологического мониторинга, проводимых в Сихотэ-Алинском заповеднике.*

Ключевые слова: *заповедник, научные исследования, Центральный Сихотэ-Алинь, экологический мониторинг*

SIKHOTE-ALIN BIOSPHERE RESERVE AS A FIELD BASE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND ENVIRONMENTAL MONITORING

Potikha Yelena Viktorovna, Soutyrina Svetlana Viktorovna

Sikhote-Alin State Nature Biosphere Reserve named after K.G. Abramov, Primorsky Krai, Terney

Annotation. *The main directions of scientific research and environmental monitoring carried out in the Sikhote-Alin Nature Reserve are given.*

Key words: *Central Sikhote-Alin, ecological monitoring, nature reserve, scientific research.*

В России более ста заповедников, из них 6 – в Приморье, и самая крупная охраняемая территория – Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник.

Впервые описание природы Центрального Сихотэ-Алиня было сделано русским исследователем Дальнего Востока, путешественником, географом, этнографом, писателем и военным востоковедом В.К. Арсеньевым в начале 20 века. По результатам ряда экспедиций 1906–1910 гг. им была исследована горная область Сихотэ-Алинь, считавшаяся до того «белым пятном» на географических картах современного Приморья и юга Хабаровского края. В.К. Арсеньев отметил уникальность, разнообразие и мозаичность горных лесов Сихотэ-Алиня, которые определил, как «Великий лес». Проектирование Сихотэ-Алинского заповедника шло под эгидой мероприятий по созданию сети крупных соболиных резерватов, которая должна была обеспечить восстановление сильно подорванных запасов этого ценнейшего пушного зверька, как в Сибири, так и на Дальнем Востоке. После проведенной работы руководители «соболиной» экспедиции К.Г. Абрамов и Ю.А. Салмин предоставили убедительное обоснование создания комплексного заповедника, компактного в территориальном плане в Среднем Сихотэ-Алине. Одним из проектов предусматривалось включение в его границы огромной площади – 3,5 млн. га. 10 февраля 1935 года Постановлением ВЦИК СНК РСФСР вместе с другими заповедниками был учрежден и Сихотэ-Алинский заповедник, но на площади в 1 млн. га с охранной зоной – 800 тыс. га. С 1935 по 1941г. проводилось строительство таёжных избышек, прокладка троп, оформление границ заповедника, организация планомерного изучения дикой природы Среднего Сихотэ-Алиня. Результатом этой деятельности стало и существенное увеличение территории заповедника: с 1944 года его площадь в 1,8 млн. га стала полностью заповеданной.

Пионерами изучения природы заповедника были талантливые учёные, приобретшие позднее широкую известность: Г.Ф. Бромлей, К.Я. Грунин, Б.П. Колесников, А.И. Куренцов, Ю.А. Ливеровский, В.Д. Шамыкин и др. За короткий довоенный период они провели много

интереснейших исследований и подготовили четыре тома научных трудов заповедника (два из которых в связи с условиями военного времени не увидели света). К сожалению, в 1951 году многие заповедники страны были закрыты, а площадь заповедника была сокращена до 100 тыс. га. В результате резко упала численность и снизился видовой состав зверей и птиц, и в первую очередь – редких. Через несколько лет было доказано, что на такой малой площади вряд ли удастся сохранить редкие виды растений и животных Сихотэ-Алиня. Немало пришлось приложить усилий, чтобы расширить заповедную территорию. В настоящее время она составляет уже 401 600 га, включая 2900 га акватории Японского моря.

Сохранение громадных массивов ненарушенных лесов, естественное развитие уникальных по своему составу природных комплексов, наличие редких, эндемичных и реликтовых экосистем, видов растений и животных явились главными критериями включения Сихотэ-Алинского заповедника в состав биосферных (1979 г.), а с 2001 г. – в Список территорий Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Центральный Сихотэ-Алинь». Сочетание ледниковой истории, климата и рельефа позволило развиваться здесь самым богатым и необычным в мире лесам умеренного пояса. В этой смешанной зоне между тайгой и субтропиками южные виды сосуществуют с северными. Здесь отмечено около 100 видов реликтов и эндемиков, среди которых тис остроконечный, бархат амурский, маньчжурский орех, чозения крупночешуйчатая, аралия, элеутерококк, заманиха, лимонник китайский, актинидия коломикта, виноград амурский, рододендрон Фори и др. Разнообразие видового состава и особенности структуры природных экосистем делают природный комплекс Центрального Сихотэ-Алиня уникальным, не имеющим прямых аналогов во всём мире. Экосистемы Сихотэ-Алиня являются уникальными образцами природы, сохранившимися в неизменном виде с позднего неогена.

Заповедник на огромной площади сохраняет в естественном состоянии и развитии уникальные природные комплексы хвойно-широколиственных лесов, а также экосистемы побережья Японского моря. На его территории отмечено 1094 видов сосудистых растений (это более 55% от флоры Приморья и Приамурья), 295 видов мохообразных, 630 видов лишайников, 780 видов водорослей (включая разновидности и формы – 925) и 740 видов грибов (Пименова и др., 2016). В заповеднике обитает 61 вид наземных млекопитающих (это около 75% фауны юга Дальнего Востока России и 27% фауны России), из которых 12 видов занесены в Международный красный список МСОП, 11 видов морских млекопитающих (8 из них в красном списке МСОП), 390 видов птиц (76% фауны Приморья) из которых 24 вида занесены в красный список МСОП (Птицы Сихотэ-Алинского заповедника, 2019), 8 видов рептилий (13% видового состава Приморья), 5 видов амфибий (16% от общего числа земноводных Приморья), 207 видов рыб морских и внутренних водоемов, более 400 видов пресноводных и 334 вида морских беспозвоночных, а также более 4000 видов наземных беспозвоночных.

Для поддержания деятельности заповедника создана и поддерживается в рабочем состоянии система пешеходных троп, дорог противопожарного назначения для обеспечения выполнения природоохранной, научно-исследовательской и эколого-просветительской функции заповедника.

Надо отметить, что за последние годы эксплуатация природных ресурсов по соседству с заповедником возросла в несколько раз. Экономика региона определяется лесным хозяйством и деревообработкой. Все крупные предприятия лесопромышленного комплекса ориентированы на экспорт продукции (товарная древесина, шпон, щепка и пиломатериалы) в Японию, Китай и Корею. Сплошные и выборочные рубки в непосредственной близости от границ заповедника привели к значительному снижению пригодности этих территорий для обитания копытных животных, а также хищников, включая амурского тигра. Несмотря на надежную охрану лесов на территории самого заповедника, высокий уровень нарушенности лесных экосистем за его пределами создает угрозу изоляции отдельных групп животных на территории заповедника.

Косвенный эффект лесозаготовительной деятельности связан с прокладкой лесных дорог, сеть которых с каждым годом увеличивается. Такие дороги даже после прекращения заготовки древесины значительно облегчают доступ людей даже в отдаленные районы лесов. В связи с этим, как уровень лесных пожаров, возникающих по вине человека, так и уровень браконьерства на территории, прилегающей к заповеднику, возрастает, что, в свою очередь, негативно сказывается на популяциях животных, обитающих в заповеднике.

Помимо антропогенного влияния на природные комплексы заповедника оказывают негативное воздействие и природные факторы. Тайфуны – разновидность тропического циклона, характерная для северо-западной части Тихого океана. Частота возникновения и сила мегаштормов за последние 50 лет возросли и могут в будущем увеличиться из-за глобального изменения климата. Повторяемость прохождения тропических циклонов в умеренных и boreальных лесах муссонного пояса увеличилась за последние 100 лет. Основное негативное воздействие тайфуна связано с его последствиями в виде наводнений и ветровалов. Наиболее катастрофическое воздействие на лесные экосистемы заповедника оказал тайфун «Лайонрок», который прошел 31 августа 2016 года и вызвал обширные ветровые явления, площадь которых на территории заповедника составила около 30 тыс. га (что составило 9,1% от всей территории заповедника). Одним из основных последствий этих ветровалов является значительное повышение уровня пожарной опасности на территории заповедника.

Усыхание дубовых лесов является потенциальной угрозой в полосе дубовых лесов прибрежного заповедника. Впервые усыхание дуба монгольского на территории заповедника было зафиксировано в 1979 году. В то время площадь пораженных дубовых лесов составляла 16 га. В настоящее время площадь высохшего дубняка под воздействием гриба *Biscogniauxia maritima* (Xylariaceae, Ascomycota) в прибрежной зоне заповедника составляет 115,2 га. По результатам мониторинга скорость роста пораженных участков леса увеличивается, что значительно снижает их продуктивность и привлекательность для копытных животных. В тоже время на пораженных участках повышается класс пожарной опасности из-за увеличения объема сухой древесины.

Научные исследования в заповеднике проводятся как штатными сотрудниками, так и сторонними специалистами на основе договоров о научно-техническом сотрудничестве. В настоящее время штат научного отдела состоит из 5 сотрудников. С момента создания заповедника научные исследования являются приоритетным направлением его деятельности, наряду с охраной этой уникальной территории.

Сихотэ-Алинский заповедник относится к лесным (более 97% его территории покрыто различными типами лесов), поэтому больше внимания в научных исследованиях уделяется мониторингу лесных экосистем: проводятся наблюдения за динамикой первичных и производных экосистем, ведутся работы по изучению трансформации и восстановления растительности под воздействием различных факторов (пожары, вырубки, ветровалы и т.д.). Для этих целей в заповеднике начиная с 1953 г. было заложено 45 постоянных пробных площадей. Обустроено 6 топозэкологических профилей. Ревизии на ППП и ТЭП проводятся регулярно. С 1988 г. для изучения редких травянистых растений (бородатки японской – *Pogonia japonica*, первоцвета иезского – *Primula jesoana*, эдельвейса Палибина – *Leontopodium palibinianum* и венерины башмачка пятнистого – *Cypripedium guttatum*), двух редких видов кустарников (рододендрона Форы – *Rhododendron fauriei* и рододендрона сихотинского – *Rhododendron sichotense*) и редкого древесного вида – тисом остроконечным (*Taxus cuspidata*) по единой методике были заложены трансекты, постоянные пробные площадки и постоянные пробные площади. Работы по оценке урожайности ягодников ведутся в заповеднике с 1953 г, дуба монгольского – с 1986 г, кедра корейского – с 1979 г.

Ведение государственного кадастра, а также мониторинг численности животных и птиц во время зимних маршрутных учетов, также является ежегодной работой, которую проводят

сотрудники заповедника. Для этого в заповеднике была проложена густая сеть маршрутов, охватывающая всю его территорию, включая центральную труднодоступную зону. Общая протяженность учетных маршрутов составляет около 500 км.

Выполняя необходимое требование, предъявляемое к биосферным заповедникам ЮНЕСКО, сотрудники заповедника и ученые проводят исследования не только на территории заповедника, но и в так называемой зоне сотрудничества, то есть на территории, прилегающей к заповеднику. Прежде всего, это работы по гидробиологическому мониторингу водотоков в транзитных зонах заповедника, которые расположены в районах добычи полезных ископаемых, а значит, испытывающих сильную негативную антропогенную нагрузку. На прилегающей к заповеднику территории также проводится работа по изучению редких видов – амурского горала и амурского тигра, что позволяет получить наиболее полную информацию о состоянии популяции этих видов, занесенных в Красную книгу. На основе результатов научных исследований сотрудники заповедника ежегодно разрабатывают рекомендации по сохранению определенных видов или рациональному использованию биологических ресурсов.

Отдельные темы исследовательских работ разрабатываются и реализуются в зависимости от актуальности работы и специализации научных сотрудников. Сотрудники научного отдела ежегодно публикуют результаты своих исследований в зарубежных журналах и сборниках, а также ежегодно участвуют в зарубежных и международных совещаниях и конференциях.

С 2015 года Сихотэ-Алинский заповедник участвует в Международном проекте «Летопись природы Евразии», а с 2019 года – в Глобальном проекте по сбору грибов «Spore Collection Project». В работу этого международного проекта, рассчитанного на несколько лет, Сихотэ-Алинский заповедник был выбран после строгого отбора организаторами проекта в качестве одной из площадок.

Сихотэ-Алинский заповедник обладает уникальным обширным научным архивом, включающим отчеты и дневники первых исследователей природы Сихотэ-Алия (К.Г. Абрамов, Ю.А. Салмин, Л.Г. Капланов и др.), тома Летописи природы с 1936 года, а также научные отчеты сотрудников заповедника и сторонних специалистов, проводивших исследования на его территории (всего около 1000 единиц). С 2013 года ведется непрерывная работа по оцифровке этого уникального архива. Все ученые заповедника имеют опыт работы и активно используют в своей научной работе ГИС, имеющую 120 тематических слоев, которые постоянно пополняются.

Для проведения научных исследований сотрудники заповедника используют современные методики и оборудование: результаты спутникового слежения за растительностью, радио- и GPS-ошейники/передатчики, квадрокоптеры и др. С 2006 года для научных исследований в заповеднике используются фотокамеры-ловушки, а с 2014 года полностью внедрены цифровые модели фотоловушек. В результате электронные базы данных заповедника содержат сотни тысяч фотографий и видеозаписей, представляющих большую научную ценность. Постоянный мониторинг двух видов животных, занесенных в Международную Красную Книгу и Красную книгу России – амурский тигр и амурский горал показывают, что их состояние стабильно с тенденцией к росту, что является показателем эффективного выполнения основной задачи заповедника – сохранение уникальных природных комплексов и их отдельных компонентов.

Литература

1. Птицы Сихотэ-Алинского заповедника: Атлас-определитель. – Москва: ГеоФото, 2019. – 412 с.
2. Растения, грибы и лишайники Сихотэ-Алинского заповедника / кол. авторов /отв. ред. Е.А. Пименова. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – 557 с. ISBN 978-5-8044-1578-6

СТАЦИОНАРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ – ИСТОЧНИК НОВЫХ ЗНАНИЙ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

А.Ю. Пузаченко¹, А.А. Власов², О.В. Рыжков²

¹ Институт географии РАН

² Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина

Аннотация. В основе фундаментальных знаний о естественных процессах, моделирования и верификации моделей должны лежать “длинные” ряды наблюдений в природе. Даже относительно просто организованные стационарные наблюдения могут обладать важным преимуществом перед технологически изолированными кратковременными исследованиями – продолжительностью и непрерывностью. Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник им. проф. В.В. Алехина (ЦЧЗ) находится на территории Курской области, представляет собой практически единственный эталонный участок лесостепи Европейской части России, на котором организован мониторинг состояния различных природных объектов и процессов. На трех примерах, иллюстрирующих результаты мониторинга на территории ЦЧЗ (изменения среднегодовой температуры воздуха, динамика отпада дуба черешчатого (*Quercus robur*), динамика численности обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus*, Rodentia), мы показываем основные типы динамики природных процессов и обсуждаем проблемы, возникающие при интерпретации данных мониторинга на заповедных территориях и их использования для прогноза в процессах принятия решений. Задача включения в научный оборот данных мониторинга на заповедных территориях остается актуальной и первоочередной практической задачей.

Ключевые слова: Долговременные стационарные наблюдения, среднегодовая температура, дуб черешчатый, обыкновенный слепыш.

STATIONARY LONG-TERM STUDIES – SOURCE OF KNOWLEDGE AND AMBIGUITY

A.Yu. Puzachenko¹, A.A. Vlasov², O.V Ryzhkov²

¹Institute of Geography RAS

²Central Chernozem State Nature Biosphere Reserve

Summary. Fundamental knowledge of nature processes, their models development as well as verification of models should be based on the “long” rows of observations in the nature. Relatively simple organized long-term stationary field investigations perhaps have an important advantage even over technologically sophisticated short-term studies namely duration and continuity. The Central Chernozem State Natural Biosphere Reserve named after prof. V.V. Alekhin (CCZ) is located on the territory of the Kursk district (Russian Federation). It is practically the only reference area of the contemporary forest-steppe on the European part of Russia. The CCR has established environmental monitoring of the various natural objects and processes. Using three examples showing the results of monitoring (climate change over 73 years, dynamics of English oak (*Quercus robur*) mortality (30 years of observations), and the Greater mole-rat (*Spalax microphthalmus*, Rodentia) population dynamics (29 years of observations)). Based on the results of this analysis, the unsolved problems of interpreting environmental monitoring data and their use for forecasting are formulated. The urgent and priority practical task of the researchers, which work in reserves and all interested specialists from Institutes of the RAS, is to introduce monitoring data from the natural reserves into scientific circulation. The inclusion of monitoring data from nature reserves into scientific parlance remains an urgent and actual practical task.

Key words: Stationary long-term study, mean annual temperature, English oak, greater mole-rat

Значение «длинных» рядов наблюдений для формирования фундаментального знания обусловлено тем, что эти данные должны лежать в основе моделей природных процессов и явлений, равно как и использоваться для их проверки. Даже в случае относительно простых, не инструментальных наблюдений, они могут обладать важным преимуществом перед технически изолированными кратковременными исследованиями, а именно длительностью и непре-

рывностью. В рамках коротких, «грантовых» исследований есть возможность сформулировать гипотезы об изучаемой природной системе и ее вероятной динамике, но невозможно проверить их справедливость, ограничить область определения модели, внести коррективы и т.д. В этом контексте исключительное значение имеют наблюдения на особо охраняемых природных территориях. Задача организации и проведения научных исследований и осуществление государственного экологического мониторинга в государственных заповедниках закреплена в ст. 7 Закона РФ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями на 31 июля 2020 года). Несмотря на констатацию задачи на уровне законодательства проблема анализа уже накопленной информации о динамике отдельных видов и экосистем и пути использования ее в системе государственного управления до сих пор не решена. В конце 90-х годов прошлого века были предприняты усилия для актуализации информации, накопленной заповедниками в рамках реализации программ «Летопись природы», и попытка разработки механизма включения ее в систему принятия решений на государственном уровне. В большой степени эта инициатива была связана с реальным риском физической потери данных, накопленных в период существования СССР, прежде всего в старейших заповедниках страны. Надо откровенно признать, что все предпринятые тогда усилия не увенчались успехом, за исключением собственно анализа ограниченного количества временных рядов «Летописи природы» отдельных заповедников. Причины неуспеха, по нашему мнению, состояли в следующем. Во-первых, сама система принятия решений в РФ в то время, также как и сегодня, была институционально не готова к восприятию подобного рода информации. Во-вторых, отсутствовала научная экспертиза качества данных «Летописи природы», которая была невозможна без проведения первичного, «рутинного» анализа временных рядов с использованием соответствующих статистических процедур. В-третьих, отсутствовали «форматы» (интерфейс) представления результатов, понятных для бюрократии, что не позволяло развить аргументацию возможности и необходимости использования этой информации в системе принятия решений. В целом, отсутствие научного анализа данных стационарных долговременных наблюдений, прежде всего в системе государственных заповедников, оставляет слишком широкое поле для дискуссии о том, в какой мере они обеспечивают возможность и качество краткосрочного, среднесрочного или долгосрочного прогнозов изменения природной среды. Здесь мы сосредоточимся только на фундаментальном аспекте описанной выше проблемы. На трех конкретных примерах стационарных наблюдений разной продолжительности на территории Стрелецкого участка ЦЧЗ продемонстрированы основные неопределенности, возникающие в процессе анализа и интерпретации подобных данных. В качестве объектов исследования использованы: данные метеостанции «Стрелецкой степи» о динамике среднегодовой температуры воздуха за период с 1947 г. по 2019 г., временной ряд отпада дуба черешчатого (*Quercus robur*) в 1990-2019 гг. и временной ряд динамики плотности популяции грызуна-землера – обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus*) – в 1992-2020 гг.

Стрелецкий участок ЦЧЗ расположен в зоне умеренно холодного климата со среднегодовой температурой (1947–2019 гг.) воздуха +5,96 °С. Самый тёплый месяц – июль (+19,1 °С). Самый холодный месяц – январь (–7,7 °С). Основной вклад (более 99%) в дисперсию температуры вносит сезонный фактор. Увлажнение территории в основном обусловлены циклонической деятельностью. Количество осадков, обусловленных местной циркуляцией, даже в летний период незначительно. По результатам спектрального анализа остатков ряда после снятия нелинейного тренда (Рис. А) выделено три климатических периода. Для интервала 1947–1971 гг. (среднегодовая температура + 5,3 °С) характерно практическое отсутствие низкочастотных колебаний и нечеткие высокочастотные колебаниями с периодом около 2–3 года или 4–5 лет. Между 1971 и 2003 гг. (+5,8 °С) были четко выражены колебания с периодом около 9 лет. Третий климатический период (+ 6,1 °С – + 8,5 °С.), который продолжается в настоящее вре-

мя, характеризуется положительным трендом среднегодовой температуры при существенном падении мощности межгодовых колебаний по всему спектру частот. Смена климатических периодов Стрелецкого участка однозначно указывают на нестационарный климатический режим в течение всего периода наблюдений. Текущий период характеризуется особенно высокой нестационарностью при сочетании относительно высокой среднегодовой температуры с относительно низким количеством осадков (около 540 мм в год). Нестационарность климата не позволяет строить статистически обоснованные прогностические модели его эволюции, превышающие по продолжительности климатические периоды. В начале тысячелетия по данным за весь предшествующий период наблюдений мы не смогли предсказать рост температуры также как и снижение уровня увлажнения. Риск ошибочного прогноза резко возрастает в начале и в конце каждого нового климатического перерода. В рамках консервативного подхода возможен более–менее обоснованный прогноз климатического режима на период от 1 до 3 лет (краткосрочный прогноз).

Отличительной особенностью современных дубрав заповедника является сомкнутая структура полога за счет куртинного произрастания деревьев дуба, распространения сопутствующих пород и мощного развития кустарникового яруса, которая, в свою очередь, определяет отсутствие под пологом материнских древостоев жизнеспособного молодого поколения лесообразующей породы. При отсутствии пополнения из подроста естественный отпад в дубовых древостоях ведет к непрерывному снижению численности живых деревьев, самоизреживанием материнских древостоев дуба порослевого происхождения и усилением фитоценологических позиций других широколиственных пород. В 1990–2002 гг. на постоянных площадках учета погибало (текущий отпад) от 1 до 35 деревьев дуба на 1 га (медиана – 7 деревьев). С 2001 г. по 2019 гг. отмечено снижение темпа изреживания, до 1–8 деревьев на га (медиана – 3 дерева). Эти два периода четко выделяются на спектрограмме ряда (Рис. Б). Переход от одного периода накопления отпада дуба ко второму произошел в 2003 г. Была обнаружена единственная статистически значимая корреляция величины текущего отпада с средними температурами мая – $-0,48$ ($p < 0,05$). В общем, зависимость носит нелинейный характер и соответствует представлениям о роли заморозков в мае на выживаемость дуба в начале вегетационного периода. Обращает на себя внимание практически “мгновенная” реакция на изменения климата (неравновесный переход от одного состояния к другому состоянию). В данном случае “переходное состояние” – 2003 г., совпадает с границей между вторым и третьим климатическими периодами.

Исследования экологии популяции обыкновенного слепыша в районе Стрелецкого участка начато в 1988 г. Данные демографии (соотношение полов, возрастное распределение, плодовитость, средняя продолжительность жизни поколения), полученные в 1988–1993 гг., позволили обосновать гипотезу о внутренних (эндогенных) механизмах динамики численности этого вида. Величина продолжительности жизни поколения (T) находилась в интервале от 2,5 и 4,3 лет (3,4 г. в среднем). Формально, при сохранении наблюдаемого уровня смертности, прежде всего у сеголеток, в популяции «отсутствовали» механизмы быстрого нарастания численности. Расчетная величина периода собственных колебаний численности оценивалась в интервале от 10 до 17 лет, в среднем – 13,6 лет ($4 * 3,4$). Было показано, что возможно присутствие и высокочастотных колебаний с периодом около 4 лет, которые могут быть обусловлены вариациями выживаемости 3–й и 4–5 возрастных когорт самок. Для проверки гипотезы эндогенной динамики плотности популяции на Стрелецком участке в 1992 г. были заложены учетные площади на ежегодно-косимой степи (8 га, ЕК) и на сенокосообороте (5 га, СО), расположенные на расстоянии около 2 км друг от друга. Несмотря на относительную пространственную близость площадок, динамика плотности на них демонстрировала как количественные, так и качественные особенности. Неравновесные (нестационарные) компоненты рядов

были наиболее выражены на участке СО (Рис. В и Г) После вычитания трендов коэффициент корреляции между площадками СО и ЕК составил всего 0,41, т.е. сходство динамики между ними не превышало 16%. Анализ кросскорреляции между рядами показал, что оно обусловлено относительной синхронизацией колебаний с периодом в среднем около 5 лет. Спектральный анализ рядов СО и ЕК позволяет выделить колебания с периодами около 10 (СО) и 12 (ЕК) лет, что несколько ниже предсказания по модели. В целом результаты многолетних наблюдений однозначно свидетельствуют о неравновесности/нестационарности динамики плотности населения обыкновенного слепыша. Причем на относительно небольшой территории и при сходных параметрах рельефа площадок (плакор) эта динамика оказалась не синхронна. Асинхронность в первую очередь обусловлена разнонаправленными трендами.

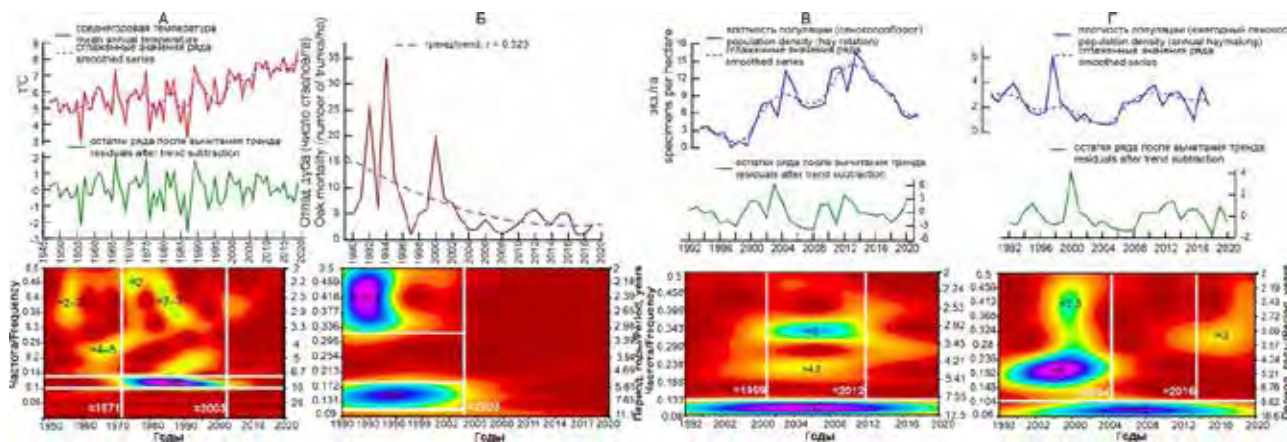


Рисунок. А – ряд среднегодовой температуры воздуха (на фотографии изображена метеостанция “Стрелецкая степь”) и вейвлет-спектрограмма остатков после вычитания тренда; Б – динамика текущего отпада деревьев дуба черешчатого и - вейвлет-спектрограмма остатков ряда после вычитания тренда; В, Г – динамика плотности популяции обыкновенного слепыша на сенокосообороте и – ежегоднокосимый степи, и вейвлет-спектрограммы остатков этих рядов, соответственно.

Три рассмотренных примера динамики ярко иллюстрируют следующие проблемы (Власов и др., 2021). 1) проблема «нормы». “Норма” рассматривается как наиболее вероятное значение переменной и характеризует “систему” в состоянии равновесия. Как было продемонстрировано выше, после определенного (специфического в каждом случае) увеличения длины ряда наблюдений, последний перестает удовлетворять критериям равновесности и даже стационарности (меняются амплитуда и частота колебаний, присутствует тренд). 2) проблема «допустимых отклонений» в процессах принятия решений. Эта проблема может быть разрешена только в комплексе с решением проблемы «нормы». После определения «нормы» для условий стационарности/равновесия не составляет труда оценить возможный масштаб/границы ее “естественного” = “допустимого” варьирования. 3) проблема «прогноза». Все три рассмотренных здесь примера однозначно указывают на ограничения возможных сроков прогноза природных процессов. Они обусловлены тем, что наблюдаемые природные процессы не являются равновесными. 4) проблема «стандарта» анализа данных. Необходимо определение минимального стандартного набора инструментов анализа данных, который должен обеспечить сопоставимость результатов, полученных для разных объектов, процессов и явлений.

Литература

1. А. А. Власов, О. В. Рыжков, А. Ю. Пузаченко // Вопросы географии. – 2021. – № 152. – С. 333–356. doi: 10.24057/probl.geogr.152.12

ПРОЯВЛЕНИЕ ЦУНАМИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ВОСТОЧНОГО ПРИМОРЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ: ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МАСШТАБ И ОЧАГИ

Разжигаева Н.Г.¹, Ганзей Л.А.¹, Гребенникова Т.А.¹, Кайстренко В.М.², Горбунов А.О.²

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Аннотация. На основе изучения распространения цунамигенных песков в разрезах береговых низменностей установлен масштаб и возраст наиболее сильных цунами, проявившихся на побережье Восточного Приморья за последние 2.5 тысячи лет. Одной из задач работ было получить новые данные по проявлению цунами XX века. Состав цунамигенных осадков и данные по диатомовым водорослям показывают, что основной перенос обломочного материала проходил с глубин менее 5 м. Установлено, что сильные палеоцунами были более интенсивными, чем известные исторические события. Сделано предположение, что для побережья Восточного Приморья наиболее опасными являются цунами с очагами около о. Окусири.

Ключевые слова: исторические цунами, палеоцунами, отложения, величина заплеска, хронология, голоцен

TSUNAMI MANIFESTATION ON THE EASTERN PRIMORYE COAST IN THE HOLOCENE: SPATIAL-TIME SCALE AND EPICENTERS

Razjigaeva N.G.¹, Ganzey L.A.¹, Grebennikova T.A.¹, Kaistrenko V.M.², Gorbunov A.O.²

¹Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, e-mail: nadyar@tigdvo.ru

²Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.

Abstract. The intensity and age of the most strong tsunamis that occurred on the coast of Eastern Primorye over the past 2500 years have been established. The reconstruction are based on the study of the distribution of tsunamigenic sands in sections of coastal lowlands. One of the tasks of the work was to obtain new data on the run-up of the tsunami of the 20th century. The composition of tsunamigenic deposits and data on diatoms show that detrital material mainly transported from depths of less than 5 m. It was found that strong paleotsunami were more intense than known historical events. It has been suggested that for the coast of Eastern Primorye, tsunamis with sources near the Okushiri Island were the most dangerous.

Key words: historical tsunami, paleotsunami, deposits, run-up, chronology, Holocene

Одним из направлений научно-исследовательских работ, проводимых на стационаре «Смычка», является изучение проявления наиболее сильных цунами, проходивших в Японском море в голоцене. Цель исследований: восстановить наиболее полную геологическую летопись на основе изучения отложений цунами и определить пространственно-временной масштаб и предположительно очаги сильных палеоцунами, а также провести сбор данных по известным цунами XX века для уточнения величины их заплесков в бухтах различного геоморфологического строения для уточнения и дополнения данных обследования (Го и др., 1985; Горбунова и др., 1997; Полякова, 2012) и каталогов (Iida, 1984; Historical tsunami database...). В работе принимал участие проф. Юичи Нишимура, университет Хоккайдо, г. Саппоро, Япония (Ганзей и др., 2015). В 2016 г в японскую группу входили также Д. Сугавара, Музей истории природы и среды, Шизуока, и Ю. Такашимизу, Университет Ниигаты, Ниигата (Разжигаева и др., 2019). Район работ включал бухты Благодатная, Пластун, Озера, Китовое ребро, зал. Опричник, Лангоу I, Лидовка, Рудная. Работы проводились также на участке от зал. Ольга до бух. Киевка, где ключевыми были выбраны бух. Валентин и Кит, а также бух. Триозерье, Окуневая. В этих работах принимал участие проф. Ю.А. Наумов, ВГУЭС (Ганзей и др., 2015).

Сильные цунами в Япономорском регионе связаны с землетрясениями, эпицентры которых концентрируются узкой полосой на шельфе и подводном склоне вдоль Японских островов, продолжающейся вдоль западного побережья о. Сахалин до Углегорска, и приурочены к границе Амурской и Охотской плит (Wei, Seno, 1998). Более редкими историческими событиями в регионе были цунами вулканогенной природы, например, связанное с обрушением постройки влк. Осима-Осима в 1741 г. (Nishimura, 2008), и цунами, возникшие в результате крупных подводных оползней, например, цунами 1026 г. (Minoura et al., 2015). Последние сильные цунами, достигшие берегов Приморья, были в 1983 и 1993 г., высота заплеска, как правило, достигала 3-4 м, в отдельных бухтах – до 7 м (Полякова, 2012). Эпицентры землетрясений находились в 30 км от северо-западного побережья о. Хонсю и к западу от юго-западного побережья Хоккайдо вблизи острова Окусири. Особенно разрушительным было цунами 1993 г., высота заплеска на о. Окусири достигала 30.6 м (Shuto, Matsutomi, 1995). Можно предположить, что очаги доисторических цунами в Восточном Приморье также располагались в этой зоне.

Ряды натуральных наблюдений за сильными цунами в Приморье являются непродолжительными (со второй половины XX века). Поэтому большую информативность имеет палеогеографический материал, полученный при изучении строения береговых низменностей, позволяющий установить возраст, масштаб и повторяемость сильных цунами за последние несколько тысяч лет. Несмотря на кратковременность, эти события, проявляющиеся на фоне климатических изменений в голоцене, оказывали большое влияние на развитие берегов и ландшафтов побережья.

Для выделения цунамигенных песков использовались критерии, принятые в международной практике. Поиск морских осадков проводился на береговых низменностях, где по трансектам от уреза вглубь суши закладывались серии разрезов. В изученных разрезах были обнаружены прослойки песка, имеющие покровное залегание и протягивающихся вглубь суши за пределы действия штормовых волн. Слои имеют четкие границы, их мощность, как правило, несколько см, в отдельных случаях достигает 23 см и уменьшается вглубь суши. По мере удаления от береговой линии уменьшается и размерность материала. Высотная привязка положения каждого разреза определена с помощью нивелирования. Изучен гранулометрический состав осадков с использованием набора сит с шагом γ . Для идентификации их происхождения широко использовался диатомовый анализ. Возраст отложений определялся по данным радиоуглеродного датирования, проведенного в Институте наук о Земле СПбГУ. Калибровка дат сделана в программе OxCal 4.3 с использованием калибровочной кривой «IntCal 13».

Проанализировано распространение и сохранность осадков 1983 г. и 1993 г. в бухтах с разной конфигурацией береговой линии. Наиболее хорошо осадочные покровы выражены в верхней части разрезов береговых низменностей в бухтах, где величина заплеска волн превышала 3 м. Наилучшая сохранность осадков отмечена в бухтах, приуроченных к низкопорядковым водотокам. Изменение структурного состава цунамигенных песков по мере удаления от береговой линии показало, что волны цунами переносили обломочный материал не только за счет эрозии пляжей, древних штормовых валов и террас, но и с подводного берегового склона. Также захватывался материал из приустьевых лагун и береговых озер, которые находились в зоне затопления. Среди морских диатомей преобладают сублиторальные планктонные и бентосные виды, что свидетельствует о том, что материал поступал с глубин не более 15 м. В небольшом количестве обнаружены глубоководные виды диатомей и их фрагменты. Среди пресноводных диатомей присутствуют виды, имеющие разную экологическую принадлежность, что свидетельствует об эрозии и переотложении материала из разных источников.

На основе опроса очевидцев получены данные по проявлению одного из наименее изученных в Приморье цунами 1940 г. Заплеск в пос. Каменка на берегу зал. Опричник достигал 5 м (Kaistrenko et al., 2019). В бух Рудная максимальный заплеск был равен 3.5 м (Го и др., 1972), что нетипично для дальней зоны и было отмечено как необычная особенность этого цунами.

Есть предположение, что цунами на этом участке сопровождалось крупным подводным оползнем, что существенно увеличило его интенсивность (Игнатов и др., 2008).

В ходе обследования побережья обнаружены следы сильных цунами, произошедших в последние 2.5 тысячи лет. Наиболее протяженные покровы цунамигенных осадков найдены на побережье бухт, которые относятся к наиболее цунамиопасным: здесь были зафиксированы высокие заплески цунами 1983 и 1993 гг. Анализ строения осадочных покровов показал, что исторические и позднеголоценовые палеоцунами были более масштабными событиями, чем цунами XX века. Наиболее выраженные покровы цунамигенных песков обнаружены в бухтах Лангоу I, Милоградовка, Валентин, Кит, Проселочная, Трехозерье. Радиоуглеродное датирование показало, что сильные цунами проходили около 2100–2300, 1700–1800, 1200, 800, 600, 400 и менее 200 кал. л.н.

Состав цунамигенных песков во многом контролировался геоморфологическим строением дна бухт и побережья, а также литодинамической ситуацией и особенностями прохождения цунами. Сочетание этих факторов определяло вклад разных источников питания. Хорошая сохранность покровов морских песков наблюдается в бухтах в устьях низкопорядковых водотоков. Часто здесь за штормовыми валами расположены небольшие лагуны или реликтовые озера с заболоченными берегами, которые являются своеобразными седиментологическими ловушками. Одним из наиболее информативных объектов для поиска осадков исторических и палеоцунами является побережье бух. Лангоу I, расположенной в 8 км к северо-востоку от бух Рудная и пос. Рудная Пристань. В верхней части разрезов торфяников здесь обнаружено до 4 прослоев песков цунамигенного происхождения (мощность до 12 см), протягивающихся вглубь суши на расстояние до 395 м от береговой линии. Прослои песков из верхней части разрезов имеют исторический возраст. За последние 600 лет здесь зафиксировано 3–4 сильных цунами, которые оставили осадки. Наиболее древнее событие датировано около 2100±60 л.н., 2090±80 кал. л.н., ЛУ-6563.

В бухтах, приуроченных к устьям крупных водотоков, приустьевая зона и побережье затапливается во время сильных наводнений. Подъем уровня воды часто составляет 3–4 м и более. Осадки цунами в таких условиях плохо сохраняются. К такому типу относятся и бух. Рудная. Во время цунами 1983, 1993 гг. здесь наблюдались высокие заплески (4.5 и 3.78 м), зона проникновения волн достигала 70 и 140 м (Горбунова и др., 1997; Полякова, 2012). В зону затопления цунами попадала приустьевая лагуна, отделенная от акватории бухты широкой песчаной пересыпью и пляжем. Бурение осадков лагуны, проведенное со льда в 1974 г., показало, что в кровле колонок под слоем жидкого ила обнаружен прослой мелкозернистого песка (мощностью от 2 до 10 см), (Чуян, 1987). Возможно, это осадок цунами 1940 г. Поиск цунамигенных отложений в разрезах торфяников в вершине бухты не дал результатов. Хорошо выраженный прослой песка был найден лишь под слоем почвы на берегу оз. Васьковское, в его кутовой части. Песок залегает на торфянистом алевролите, из которого получена ¹⁴C-дата 540±100 л.н., 550±80 кал. л.н. (ЛУ-7105). В осадке обнаружены только пресноводные диатомеи (Ганзей и др., 2015), но нельзя исключать, что образование песчаного прослоя связано с прохождением сильного цунами, которое проникло в обширное береговое озеро, вызвало колебание его уровня, эрозию дна и пляжа и затопление берега. В японских летописях есть данные о цунамигенном землетрясении (M 7) с эпицентром в районе о-ва Садо в 1448 г. (Historical tsunami database...). Близкий возраст (500±80 л., 530±80 кал. л., ЛУ-7719) определен для прослой морского песка, найденного на побережье бух. Соколовская в торфе за штормовым валом в 100 м от уреза.

Не были найдены цунамигенные пески и на побережье бух. Лидовка, где в 1983 г. отмечен наиболее высокий заплеск до 7 м, а дальность проникновения волн превышала 800 м (Полякова, 2012). Нижняя часть долины и береговая измененность здесь также часто затапливаются во время сильных наводнений. В разрезах встречены тонкие прослои и маломощные линзы песка, залегающие в суглинках. Песчаные слои плохо выдержаны, не прослеживаются

вглубь суши и имеют аллювиальный генезис – среди диатомеи обнаружены только пресноводные виды (Ганзей и др., 2015).

В открытых бухтах с валунно-галечными пляжами и преобладанием грубообломочного материала на подводном склоне (зал. Опричник, северная часть бух. Китовое Ребро) следов цунами в геологических разрезах обнаружить не удалось.

Высказано предположение, что эпицентры цунамигенных землетрясений, произошедших в позднем голоцене и историческое время, имели разную локализацию на дне Японского моря. Большинство цунами, достигших побережья Восточного Приморья, скорее всего, были вызваны землетрясения, эпицентры которых располагались в той же области, что и эпицентры цунамигенных землетрясений XX века. Вероятно, для этой части побережья наиболее опасными являются цунами, очаги которых находятся в районе о. Окусири. Судя по детальным работам в бух. Валентин, события эти редкие, их разделяет ~700 лет, о повторяемости можно говорить, только имея более длительные временные ряды. Цунами, связанные с землетрясениями с эпицентрами, расположенными около северо-западного Хонсю, здесь проявлялись слабее. След цунами 1026 г., очаг которого был в юго-западной части Японского моря, найден лишь на берегу бух. Трехозерье (Ганзей и др., 2018).

Литература

1. Ганзей Л.А., Разжигаетова Н.Г., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Арсланов Х.А., Чернов С.Б., Наумов Ю.А. Осадки исторических и палеоцунами на побережье Восточного Приморья // Тихоокеанская геология. 2015. № 1. С. 79-95.
2. Ганзей Л.А., Разжигаетова Н.Г., Арсланов Х.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Горбунов А.О., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Харламов А.А. Проявление палеоцунами на побережье Приморья в голоцене // Геоморфология, 2018. № 2. С. 20-31.
3. Го Ч.Н., Леонидова Н.И., Леонов Н.Н. Некоторые данные о цунами 1 августа 1940 г. в Японском море // Волны цунами. Южно-Сахалинск: СахКНИИ, 1972. С. 279–283.
4. Го Ч.Н., Ивашенко А.И., Симонов К.В., Соловьев С.Л. Проявление япономорского цунами 26 мая 1983 года на побережье СССР // Накат цунами на берег. Горький: ИПФ АН СССР, 1985. С. 171-180.
5. Горбунова Г.В., Диденко Г.В., Дьяченко В.Д., Нагорных Т.В., Поплавский А.А., Поплавская Л.Н., Харламов А.А., Шелепов Г.П. Обследование проявления цунами 12-13 июля 1993 года на побережье Приморского края // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. Т. 8. С. 7–28
6. Игнатов Е.И., Лохин М.Ю., Никифоров А.В., Фроль В.В. Геоморфологические проблемы цунамиопасности (на примере Японского моря). Смоленск: Маджента, 2008. 128 с.
7. Полякова А.М. Опасные и особо опасные гидрометеорологические явления в северной части Тихого океана и цунами в побережья Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2012. 182 с.
8. Разжигаетова Н.Г., Ганзей Л.А., Нишимура Ю., Гребенникова Т.А., Сугавара Д., Такашимизу Ю., Лебедев И.И., Горбунов А.О., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Реконструкция экстремальных гидрологических событий позднего голоцена на побережье бухты Валентин, Японское море // Тихоокеанская геология. 2020. Т. 39. № 2. С. 90–103.
9. Чуян Г.Н. История развития голоценовой лагуны Среднего Приморья // Палеогеографические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 127-133.
10. Historical tsunami database for the Pacific, 47 BC to present version 2.4 of February 21, 2005. http://tsun.sccc.ru/On_line_Cat_r.htm.
11. Iida K. Catalog of tsunamis in Japan and its neighboring countries. Toyota: Aichi Institute of Technology, 1984. 52 p.
12. Kaistrenko V.M., Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Gorbunov A.O., Nishimura Yu. The manifestation of tsunamis of August 1, 1940 in the Kamenka settlement, Primorye (new data concerning the old tsunami) // Geosystems of Transition Zones. 2019. V. 3, no. 4. P. 417-422.
13. Minoura K., Sugawara D., Yamanoi T., Yamada T. Aftershocks of Subduction-Zone Earthquakes: Potential Tsunami Hazards along the Japan Sea Coast // Tohoku J. Exp. Med. 2015. V. 237. P. 91–102.
14. Nishimura Yu. Volcanism-induces tsunamis and tsunamites // Tsunamites – features and implications. Amsterdam: Elsevier, 2008. P. 163–184.
15. Shuto N., Matsutomi H. Field survey of the 1993 Hokkaido Nansei-Oki tsunami // Pure and Appl. Geophys. V. 144. N. 3-4. P. 649-664.
16. Wei D., Seno T. Determination of the Amurian plate motion, in Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia // AGU Geodynamics Series. 1998. V. 27. P. 337–346.

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООБЕНТОСА РЕК В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУПОЛ (ЧУКОТСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ).

Самохвалов В.Л.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан

Аннотация. Рассмотрена многолетняя динамика структуры сообществ зообентоса в бассейнах рек Анадырь и Малый Анюй, Чукотского автономного округа. Показан диапазон значений количества видов и групп зообентоса, плотности населения и биомассы для четырёх станций за семнадцатилетний период. Высокие значения межгодовой изменчивости показателей свидетельствуют о низкой точности их определений по результатам экспедиционных, разовых наблюдений.

Ключевые слова: зообентос, плотность населения, биомасса, биотические индексы, порядок водотока.

LONG-TERM INVESTIGATIONS OF ZOOBENTHOS IN THE RIVERS OF THE KUPOL GOLDFIELD REGION (CHUKOTKA AUTONOMOUS REGION)

V.L. Samokhvalov

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

Annotation. The long-term dynamics of the zoobenthos communities' structure in the basins of the Anadyr and Maly Anyui rivers, Chukotka Autonomous Region, is considered. The value range for the species number and zoobenthos groups, population density and biomass for four stations over a seventeen-year period is shown. The high values of interannual variability of indicators show the low determination accuracy based on the results of rare expeditionary observations.

Key words: zoobenthos, population density, biomass, biotic indices, stream order.

Обычно зообентос водотоков северо-востока Азии исследовался путем экспедиционных сборов материала. Для получения данных по видовому составу и представленности различных видов и групп зообентоса ранее необследованных в гидробиологическом отношении ручьев и рек такого рода наблюдений было достаточно для рекогносцировочной оценки этих параметров. Однако сообщества донных животных претерпевают существенные изменения как в течение года, так и в многолетнем аспекте, когда меняются доминирующие по биомассе виды организмов, соотношение в численности и биомассе всех групп донных животных. По этой причине непредсказуемы состояния зообентоса и в случае отбора проб в одно и те же сроки. Для детального изучения состава организмов, динамики их количественных показателей необходимы сезонные и многолетние исследования параметров сообществ в стационарных условиях.

Многолетние исследования состояния зообентоса горных и предгорных водотоков северо-востока Азии крайне немногочисленны. Известны такого рода наблюдения на территории Колымской воднобалансовой станции в ручье Контактном (Самохвалов, 1991; 1995) и для р. Ола – лососевой реки на побережье Охотского моря (Хаменкова, Тесленко, 2017). В р. Дукча, в районе г. Магадан (Хаменкова и др., 2021) проведены детальные сезонные исследования зообентоса. Сезонные и многолетние исследования сообществ донных животных проведены в бассейне р. Хасын (Засыпкина, Самохвалов, 2014). Эти исследования продолжаются и в настоящее время.

Начиная с 2004 г. в районе расположения горнорудного месторождения Купол (Корпорация Кинросс Голд – канадская золотодобывающая компания) проводились исследования состояния сообществ донных беспозвоночных животных в водотоках бассейна рек Анадырь и Малый Анюй, то есть в соседних водосборах, принадлежащих к бассейнам рек разных морей Берингова и Восточно-Сибирского, и даже разных океанов Тихого и Северного Ледовитого. Обследованные водотоки расположены севернее полярного круга. В данной работе приводятся некоторые результаты исследований зообентоса на чистых, фоновых участках водотоков. Небольшая часть материалов по зообентосу реки Средний Кайемравеем (бассейн р. Анадырь) опубликована (Засыпкина, Самохвалов, 2011).

За исключением р. Старичная, ручьи и реки в районе обследования – типичные горные или предгорные водотоки с высокими скоростями течения, низкими температурами воды и каменистыми грунтами дна преимущественно крупных фракций. Река Старичная, являясь типичным горным потоком в верхнем течении, вытекая на Анюйское нагорье, приобретает некоторые черты равнинного водотока. Грунты дна здесь представлены более мелкими, чем в верховьях, каменистыми фракциями. При широкой, до 2 км, пойме, река сильно меандрирует, образуя значительное число стариц. По направлению к устью увеличивается протяженность плесов (до 100 м) и снижается относительная длина перекатов на излучинах. Скорости течения падают.

Для обследуемого региона, на основе карты высот земной поверхности (<http://viewfinderpanoramas.org>) с помощью программы ARCGIS 10.4 была построена карта рек, приближенная к масштабу бумажных карт Генштаба 1:100000. По этой карте станции отбора гидробиологических проб были привязаны к порядкам рек по Штралеру (Strahler, 1957).

Водотоки региона имеют более суровый температурный режим, чем, например, аналогичные по водности водотоки побережья Охотского моря и притоки в верховьях р. Колымы. Продолжительность стока водотоков в районе месторождения Купол почти на 20 дней короче, чем в более южных регионах. В обследованных водотоках, наряду с уменьшением его продолжительности, практически в два раза снижается и тепловой сток по сравнению южными водотоками. Теплозапас водных масс здесь составляет около 700 градусо/дней.

В некоторые засушливые годы поверхностный сток на перекатах в нижнем течении р. Старичная прекращается и водоток выглядит как череда плесов, с обнажившимся дном перекатов.

Пробы отбирались на двух станциях в верховьях р. Ср. Кайемравеем, и на двух станциях в верхнем и нижнем течении р. Старичная. Количественные пробы зообентоса в р. Старичная отбирали на плёсе и перекате, при этом, годовые данные по плотности населения и биомассе представлены как среднее между двумя значениями. На верхних станциях р. Ср. Кайемравеем – пробы брались только на перекатах. Количественные пробы зообентоса были взяты количественной рамкой с рабочей площадью 1/16 м². Обычно сборы материалов приходились на июль-начало августа. В реке Средний Кайемравеем станция 101 относилась к водотокам второго порядка, а станция 102 - третьего порядка. Станция 601 реки Старичная находилась на водотоке третьего порядка, а станция 602 – четвертого. Средние длины водотоков в бассейне р. Колымы для второго порядка составляют 2,4 км, третьего – 4,9 км, четвертого – 9,2 км (Геология россыпей..., 1979).

В определении видового состава основных систематических групп зообентоса горных и предгорных водотоков подёнок, ручейников и веснянок принимала участие И. А. Засыпкина.

В составе зообентоса 14 основных групп крупнее семейства, 12 семейств двукрылых насекомых, 14 видов и групп видов личинок хирономид, 6 - веснянок, 11- подёнок и 4 ручейников.

Состав зообентоса менялся по годам наблюдений от 15 до 30 видов и групп организмов в р. Старичная и от 22 до 34 в р. Ср. Кайемравеем. Из года в год менялось и число видов

основных групп зообентоса. Например, личинок поденок в реках Старичная и Кайемравеем в разные годы было от 4 до 11 видов. Динамика видового состава во многом объяснялась вылетом из водотока имаго амфибиотических насекомых в летний период. Однако не исключаются и другие, в основном абиотические, факторы.

Обычно для сравнения структуры сообществ донных организмов разных водотоков и их участков используются различные индексы. В данной работе мы приводим два из них – доля личинок хирономид в суммарной плотности населения и доля суммарной биомассы личинок подёнок, веснянок и ручейников в общей биомассе зообентоса, так называемый индекс ЕРТ. Эти показатели состояния зообентоса из года в год также претерпевали значительные изменения. Так, индекс ЕРТ в р. Старичная менялся в пределах от 0 % до 92 %, а в Ср. Кайемравеем от 0 до 96 %. Доля личинок хирономид в общей биомассе зообентоса также находилась в широких пределах – от 0 до 93 % в р. Ср. Кайемравеем, и от 0% до 73 % в р. Старичная. Некоторые показатели плотности населения и общей биомассы зообентоса в обследуемый период приведены в таблице, данные которой свидетельствуют об их изменчивости в разные годы.

Таблица

Показатели плотности населения (экз/м²) и биомассы (г/м²) зообентоса в реках Ср. Кайемравеем и Старичная в 2004-2021гг.

№№ станций	Ст.101	Ст.102	Ст.601	Ст.602	Ст.101	Ст.102	Ст.601	Ст.602
	Плотность населения, экз/м ²				Биомасса, г/м ²			
Среднее	1231	1817	899	1103	4,0	4,3	1,5	2,5
ошибка	282	486	235	296	1,2	1,1	0,3	0,8
Минимальная	96	256	80	84	0,1	0,1	0,0	0,0
Максимальная	4408	8167	3612	5020	21,1	16,9	4,8	11,3
% min от max	2,2	3,1	2,2	1,7	0,4	0,8	0,2	0,4

Так процент различия между максимальными и минимальными значениями плотности населения для всех станций составлял от 1,5% до 3 %, а биомассы еще меньшую величину – от 0,2% до 0,8%.

Анализ многолетней динамики плотности населения и биомассы зообентоса показывает устойчивую тенденцию снижения этих показателей с начала периода наблюдений. Об этом говорят высокие коэффициенты корреляции. Так, общая численность организмов в

р. Ср. Кайемравеем снижалась за период наблюдений от $r = -0,43$ на верхней станции до $r = -0,65$ на нижней. Так же высокие коэффициенты корреляции и в р. Старичная, от $r = -0,67$ на верхней станции 601 и $r = -0,58$ на нижней станции 602. Для биомассы организмов коэффициенты корреляции такого же порядка – от $r = -0,42$ на станции 101 в р. Ср. Кайемравеем до $r = -0,71$ на станции 602 в р. Старичная.

Приведенные материалы по многолетней динамике состава зообентоса и количественных показателей структуры сообществ донных животных водотоков говорят о сильной изменчивости этих параметров. Из года в год менялись как сам видовой состав, так и показатели представленности видов в сообществах по плотности населения и весу. Эти изменения происходили в широких пределах. Такая вариабельность может объясняться многими причинами – от сезонной динамики численности и биомассы входящих в сообщества видов, температурного и паводкового режимов в водотоке в текущем году, до изменений абиотических факторов среды в водотоках в многолетнем аспекте. В любом случае исследование состояния зообентоса горных и предгорных водотоков необходимо проводить в стационарных условиях, наблюдая как сезонную, так и многолетнюю динамику важнейших параметров сообществ.

Литература

1. Геология россыпей золота Северо-Востока СССР / под ред. О.Х. Цопанова. Магадан: Магаданское книжн. изд-во, 1979. 120 с.
2. Самохвалов В. Л. Зообентос ручья Контактного // Водотоки Верхней Колымы. Гидрология, гидрохимия и гидробиология. Владивосток. 1991. С. 69-88.
3. Самохвалов В. Л. Руслообразовательные процессы и концепция континуума населения водотока. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 1995. 64 с.
4. Засыпкина И.А., Самохвалов В.Л. Сообщества донных макробеспозвоночных водотоков бассейна реки Анадырь // Известия Самарского научного центра РАН, т. 13, № 1(5), 2011, с. 1092-1096.
5. Самохвалов В.Л., Засыпкина И.А. Зообентос водотоков бассейна реки Хасын (побережье Тауйской губы Охотского моря) // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 227-235.
6. Хаменкова Е.В., Крашенинников А.Б., Кондакова Д.А.. Динамика количественных показателей зообентоса р. Дукча (Магаданская область) и ее взаимосвязь с некоторыми абиотическими и биотическими факторами среды // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток. 2021. № 9. С. 193-200.
7. Хаменкова Е.В., Тесленко В. Структура сообществ макрозообентоса и динамика их биомассы в реке Ола (Северное побережье Охотского моря, Магаданская область) // Зоологический журнал. 2017. Т. 96. № 6. С. 619-630.
8. Strahler A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. 1957, T. 38, v. 6. С. 913–920.
9. The whole world is now on this site at 3 and 15 arc second resolutions http://viewfinderpanoramas.org/Coverage%20map%20viewfinderpanoramas_org3.htm

ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН

Семенов Юрий Михайлович

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Аннотация. Рассмотрена история стационарных исследований природных режимов геосистем, подведены их основные результаты, оценены современное состояние и перспективы стационарных географических исследований в Сибири.

Ключевые слова: географические стационары, геосистемы, природные режимы, динамика, мониторинг.

HISTORY, CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF STATIONARY GEOGRAPHICAL RESEARCH AT V.B. SOCHAVA INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF SB RAS

Semenov Yury Mikhailovich

V.B. Sochava Institute of geography of SB RAS

Abstract. The history of stationary research of natural regimes of geosystems was considered, their main results were summarized, the current state and prospects of stationary geographical studies in Siberia were assessed.

Keywords: geographical permanent stations, geosystems, natural regimes, dynamics, monitoring.

Результаты стационарных исследований – это основной массив данных для познания процессов функционирования, динамики и эволюции геосистем. В 2023 г. исполняется 65 лет с начала стационарных географических работ в Сибири. Выступая на 1-ом совещании географов Сибири и Дальнего Востока в Иркутске, В.Б. Сочава (1959) определил первоочередные проблемы экспериментальной географии и задачи физико-географических исследований, подчеркнул необходимость организации сети стационаров, выполняющих полный комплекс физико-географических исследований в условиях, типичных для различных природных провинций. Одной из актуальных задач использования результатов стационарных исследований В.Б. Сочава (1978) считал разработку методов их применения для обоснования различных теоретических и практических выводов регионального масштаба и призывал учитывать пространственный и временной эффекты совместного действия различных природных режимов при освоении территорий и построении теории регулирования природных процессов для разработки принципов рационального природопользования.

Первый сибирский географический стационар – Харанорский степной – был организован на базе действующего с 1958 г. в группе урочищ Алкучанский Говин биологического стационара Восточно-Сибирского филиала АН СССР. В 1961 г. исследования были перенесены в окрестности станции Харанор Забайкальской железной дороги, где продолжались по 1980 г. Опыт первых лет стационарных работ, итоги которых были подведены первой монографией о географических стационарных исследованиях в Сибири (Алкучанский Говин, 1964), обнаружил необходимость объединения представителей различных отраслей комплексной физической географии и смежных дисциплин в изучении природной среды как единого. В целях обоснования мероприятий по преобразованию природы, разработки принципов и методов физико-географического прогнозирования, выявления потенциальных земель различных видов хозяйственного использования была поставлена задача подхода к интегральной количествен-

ной оценке природных режимов, открывающей возможность решения ряда теоретических вопросов ландшафтоведения. Поиск комплекса количественных методов оценки режимов элементарных ячеек географической оболочки привел к пониманию фаций как управляющих систем, в связи с чем был разработан метод комплексной ординации (МКО), направленный на выявление взаимоотношений и взаимовлияний между компонентами природной среды путем систематизации и количественной оценки главнейших связей внутри геосистемы. Конкретная информация о показателях процессов собиралась в полевых условиях на полигоне-трансекте по факторальному ряду фаций, типичных для урочища, с соблюдением синтопности и синхронности исследований. На основе использования МКО были созданы графические и математические модели элементарных степных геосистем, выявлены критические компоненты степного ландшафта: эффективная радиация, циркулирующая влага и продуктивность травостоя (Топология степных геосистем, 1970).

За годы работы Харанорского стационара были детально изучены особенности ландшафтной структуры Онон-Аргунской степи, проанализированы режимы компонентов степных геосистем, выявлены циклические изменения и тенденции развития ландшафтно-геофизических, ландшафтно-геохимических и биотических процессов, предложены подходы к их классификации, моделированию и прогнозированию. Харанорский стационар внес огромный вклад в дело познания структуры, динамики и функционирования степных геосистем. Здесь было положено начало стационарному географическому изучению Сибири, отработаны принципы и методы комплексного исследования режимов природных процессов, впервые была сделана попытка количественно оценить взаимосвязи между отдельными компонентами геосистем в процессе их динамики и, наконец, именно результаты работ стационара во многом способствовали созданию учения о геосистемах В.Б. Сочавы (1978).

Первый таежный стационар – Приангарский – был создан в 1962-1963 гг. вблизи будущей станции Чунояр железнодорожной ветки Решоты – Богучаны для изучения тайги как типа природной среды, развития теории и методов исследования. На основе многолетних стационарных исследований здесь был проведен анализ ландшафтообразующих факторов, выявлены факторально-динамические ряды фаций, отражающие изменение строения и режимов топогеосистем, раскрыты ландшафтные взаимосвязи. Исследования на Приангарском стационаре вылились в создание экспериментального ландшафтоведения – нового рабочего направления комплексной физической географии, развивающегося на стыке ландшафтного картографирования и районирования со специализированным изучением природы методами точных наук. Наиболее существенные результаты исследований Приангарского стационара нашли отражение в региональном анализе природно-ландшафтной структуры и лесопромышленного освоения Приангарья. В дальнейшем исследования были распространены на более широкий спектр ландшафтно-экологического разнообразия с выходом на познание закономерностей соприкосновения и взаимодействия геосистем контакта тайги и степи юга Центральной Сибири.

Затем были организованы 2 таежных стационара в Западной Сибири. В 1966 г. был основан Нижне-Иртышский стационар в южной тайге региона с базой в пос. Миссия Уватского района Тюменской области. После детального изучения и картографирования территории на выбранном экспериментальном полигоне-трансекте в 1969-1973 гг. были проведены сопряженные пространственно-временные наблюдения на основе МКО. Детальный топологический анализ природных режимов получил обобщение в коллективной монографии, где были изложены программные и методические вопросы стационарных работ и результаты режимных наблюдений за поведением компонентов геосистем, построены схема и функциональная модель их генетических связей, проведен ландшафтно-геохимический анализ таежных геосистем. Тугр-среднетаежный стационар был организован в 1967 г. в районе разъезда Тугр (трасса Ивдель – Обь) на базе начатых там стационарных исследований Почвенного института им. В.В.

Докучаева. В 1979 г. работы были перенесены в район пос. Нягань Октябрьского района Тюменской области, а сам стационар получил название Северообского. Основное внимание было направлено на выявление главных параметров природных режимов темнохвойно-таежных и болотных фаций Кондо-Сосьвинского Приобья, познание общих закономерностей структуры сезонных ритмов и функционирования топогеосистем западносибирского среднетаежного типа, а также на выяснение количественных связей между природными компонентами в эталонных фациях методами математической статистики и оценку их интегрального эффекта. В результате обобщения многолетней информации были установлены главные зависимости в коренных ландшафтных структурах средней тайги Западной Сибири и региональная специфика взаимообусловленности основных природных режимов. В 1973 г. на базе западносибирских стационаров была организована Иртышская (с 1979 г. Обь-Иртышская) экспедиция, в задачи которой вошли географические прогнозы рационального и эффективного использования водных и земельных ресурсов долины Нижнего Иртыша и оценка возможных трансформаций природных условий в случае осуществления мероприятий по освоению региона. На территории возможного изъятия стока, прилегающей к Иртышу и частично нижней Оби, были выполнены многолетние наблюдения за природными режимами, трансформация которых в ходе перераспределения стока должна быть наибольшей, решены задачи ландшафтно-картографического обеспечения исследований текущей динамики природной среды и прогноза ее изменения, разработана регионально-природная оценка геосистемного состава таежного Обь-Иртышья.

В связи с программой развития сети эталонов таежной природы в 1970 г. под руководством В.Б. Сочавы был организован Ленский лесной стационар в предгорьях Западного Саяна (Шушенский район Красноярского края). Одновременно начал функционировать Новониколаевский степной стационар в Койбальской степи Южно-Минусинской котловины (Бейский район Хакасии), созданный для изучения биогеографической специфики миграции вещества и энергии в зональных степных геосистемах, имеющих наибольшую хозяйственную ценность в условиях нарастания антропогенного воздействия на природные комплексы Южной Сибири. Оба стационара стали базовыми опорными пунктами исследований Южно-Сибирской географической станции. На основе стационарных исследований степных геосистем были выявлены уровни их организационно-функциональной структуры во времени и пространстве, с помощью МКО и анализа пространственно-временных рядов варьирования основных параметров компонентов репрезентативных фаций полигона-трансекта осуществлена оценка актуального и потенциального состояния геосистем при разных режимах их использования, причем основное внимание было уделено биологической продуктивности геосистем. По результатам комплексного изучения различных производных типов леса в горной тайге Западного Саяна с позиций учения о геосистемах были проанализированы структура и функционирование геосистем топологического уровня, их отдельных биотических и абиотических блоков, выявлены причинно-следственные связи между блоками и компонентами, предпринята попытка выявить тенденции развития геосистем через истолкование этих связей. Разносторонние аспекты применения результатов стационарных исследований на Новониколаевском степном и Ленском таежном стационарах, включивших различные формы и направления региональных обобщений, также получили отражение в целом ряде научных сборников и книг.

В конце семидесятых годов в связи с развертыванием работ по созданию Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭК) в центральных районах Красноярского края перед географами встала задача обоснования оптимального размещения предприятий комплекса с учетом ограничительных факторов природной среды. Для проведения исследований была организована Канско-Ачинская комплексная географическая экспедиция, в задачи которой входили и стационарные наблюдения за режимами геосистем, их антропогенных

модификаций и создаваемых геотехнических систем в целях оценки их современного состояния, изменений под воздействием техногенных факторов, определения допустимых техногенных нагрузок и прогнозирования развития. Режимные исследования с 1981 г. проводились на двух физико-географических полустационарах: Назаровском подтаежном (на хребте Арга - вблизи действующих Назаровской ГРЭС и угольного разреза «Назаровский») и Березовском лесостепном (на юге Назаровской котловины, в предгорьях Кузнецкого Алатау - в районе планируемого строительства первоочередных объектов КАТЭКа). В отличие от «классических» сибирских географических стационаров здесь не были созданы полигоны-трансекты, и все наблюдения проводились или на коротких сопряженных рядах топогеосистем или на удаленных друг от друга небольших участках, представляющих собой так называемые «фации-дубли» (природный биогеоценоз с расположенным около него антропогенным аналогом: пашней, залежью, искусственными лесонасаждениями). В результате стационарных исследований на территории западного участка КАТЭКа изучены природные режимы, выявлены тенденции развития и процессы трансформации таежных, подтаежных и лесостепных геосистем под воздействием техногенных факторов, разработана методика экспериментального моделирования процессов взаимодействия природных и техногенных потоков веществ, предложены подходы к диагностике тенденций развития геосистем в условиях техногенного воздействия и пути пространственной экстраполяции результатов стационарных и экспериментальных исследований, проведено нормирование техногенных нагрузок на геосистемы, выявлена устойчивость природных образований и разработаны подходы к оптимизации среды обитания.

Таким образом, на сибирских географических стационарах под общим руководством академика В.Б. Сочавы были разработаны многие методические аспекты экспериментальных исследований, использование которых позволило расширить знания о развитии и функционировании ландшафтов (Крауклис, 1979; Михеев, 1987; Снытко, 1979), фактически приведя к созданию нового структурно-динамического направления в науке о ландшафте, обеспечившего в конечном итоге методологическую и тематическую перестройку теории комплексной физической географии. Система структурно-динамических представлений о ландшафте, получившая конструктивную направленность в этих работах, способствовала развитию широкого междисциплинарного ландшафтно-экологического подхода.

К сожалению, современное состояние стационарных исследований выглядит весьма удручающе. На Тугрском, Северообском, Нижне-Иртышском, Ленском и Назаровском лесных стационарах, как и на «мертворожденных» Байкальских стационарах (в Солзане и Солнопечном) работы прекращены. Официально в Институте в настоящее время числятся 3 стационара: Новониколаевский степной, где еще ведутся кое-какие наблюдения (в основном это база для региональных исследований); Березовский лесостепной (никогда настоящим стационаром не был и даже в лучшие годы работал в режиме полустационара, а сейчас туда проводятся ежегодные одноразовые выезды нескольких специалистов); Тункинский котловинный, преобразованный в 2007 г. из существовавшей в 1989-2006 гг. базы экспедиционных исследований (единственный более или менее интенсивно используемый в режиме полустационара). В последние годы предпринимались попытки реанимации «стационарного движения» на бывшем Харанорском стационаре (ежегодные одноразовые выезды нескольких специалистов), где были продолжены уникальные ряды многолетних наблюдений над биологической продуктивностью в сопряженном ряду фаций на полигоне-трансекте. Никакой единой базы стационарных данных до сих пор не создано.

К сожалению, в ближайшие годы никакого серьезного прорыва в «стационарном движении» не просматривается. Причинами этого являются очень и очень недостаточное финансирование (гранты позволяют оплатить проезд, например, в Новониколаевку, и работу там в течение месяца не более 3-4 человек); уменьшающееся с каждым годом число энтузиастов,

желающих месяцами жить далеко от дома и получать мизерные «полевые», когда в городе можно найти какой-то приработок; резкое сокращение числа и «солидный» возраст специалистов-«стационарщиков»; полное отсутствие «молодой поросли» в «стационарном движении» и абсолютная неподготовленность молодых специалистов к стационарным исследованиям из-за потери преемственности поколений. Поэтому от всех старых претензий на всеобъемлющую сеть стационаров придется отказаться.

Как же минимизировать потери географии от утраты стационарных данных? На мой взгляд, для «реанимации» и переформатирования наблюдений за режимами геосистем можно было бы предпринять следующие меры: «возродить» Новониколаевский степной стационар, как самый мало заброшенный, и работать там «вахтами»; начать подготовку специалистов-«стационарщиков» в аспирантуре, магистратуре (можно организовать ее при Институте, но для этого нужна уже готовая база в виде хотя бы двух стационаров) и при подготовке дипломных работ (как это делалось раньше); поощрять желание «старой гвардии» вспомнить о стационарных исследованиях в любой форме (непосредственный сбор данных, организация БД, шефство над молодежью, руководство аспирантами, магистрантами, дипломниками и т.д.); организовать новый лесной стационар неподалеку от Иркутска, например, в районе Б. Голоустного (транспортные расходы здесь будут минимальными, а район интересный и перспективный); заключить договоры о совместных стационарных исследованиях с сотрудниками других учреждений, проводящих стационарные исследования природных режимов, обмениваться нужными специалистами и данными; переходить от наблюдения за сотней параметров к изучению неких интегрирующих процессов; шире использовать полустационарные исследования геосистем с использованием современной приборной базы и ДЗЗ. Кроме того, следует вспомнить о попытке создания Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) России и организации в ее рамках подсистемы ландшафтного мониторинга (Семенов, Суворов, 1994), объектами которого являются ландшафты или другие физико-географические единицы в целом, а сама концепция этого мониторинга основывается на оценке особенностей связей между компонентами; база мониторинга формируется из данных, получаемых отраслевыми подсистемами экологического мониторинга, которые используются для расчета интегральных характеристик состояния геосистем через связи их компонентов, а вычисленные ландшафтно-геохимические, биогеоэкологические и ландшафтно-морфологические показатели структурируются в соответствии с дифференциацией геосистем.

Литература

1. Алкучанский Говин. Опыт стационарного изучения степного ландшафта / Отв. ред. В.Б. Сочава, В.А. Фриш. – М.; Л.: Наука, 1964. – 167 с.
2. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 232 с.
3. Михеев В.С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 207 с.
4. Семенов Ю.М., Суворов Е.Г. К разработке концепции ландшафтного мониторинга // География и природные ресурсы. – 1994. – № 4. – С. 5-9.
5. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.
6. Сочава В.Б. Задачи в области физической географии Сибири и Дальнего Востока // Материалы первого совещания географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 18-24 сентября 1959 г.). – Иркутск: Изд. ИГ СО АН СССР, 1959. – Вып. 1. – С. 4-10.
7. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
8. Топология степных геосистем / Отв. ред. В. Б. Сочава. – Л.: Наука, 1970. – 174 с.

СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Симонов П.С., Симонов С.Б., Симонова Т.Л.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе приводятся данные о стационарных исследованиях мышевидных грызунов в Приморском крае. Показано, что длительные наблюдения позволяют получить новые данные о закономерностях распределения мелких млекопитающих, их динамике численности, населении, пространственной дифференциации.

Ключевые слова: грызуны, динамика, Приморье, Сихотэ-Алинь

STATIONARY RESEARCH OF SMALL RODENTS IN PRIMORSKY KRAI

Simonov P.S., Simonov S.B., Simonova T.L.

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Abstract. Data on stationary studies of small rodents in Primorsky krai are given in this paper. It has been established that long-term observations make it possible to obtain new data on the patterns of distribution of small rodents, their population dynamics, population, and spatial differentiation.

Keywords: rodents, dynamics, Primorye, Sikhote-Alin

Введение

Изучение мышевидных грызунов в Приморском крае началось с 30-х годов XX в. На первоначальном этапе исследования проводились с целью выявления видового состава грызунов. И только с 60-х годов работы начали проводить в определенных стационарных точках Южного и Западного Приморья в сельскохозяйственных, хорошо освоенных районах, с целью выявления видового состава, характера распределения и динамики численности фоновых видов мышевидных грызунов [1].

Наши исследования проводились на стационарах, расположенных на Среднем Сихотэ-Алине (пос. Хрустальный), на Южном Сихотэ-Алине (село Лукьяновка) и на западе Приморского края в восточной части Приханкайской низменности (село Гайворон) (рис. 1) с 1972 по 2013 гг. За эти годы общепринятым методом ловушко-линий [3] (учётные линии по 50-100 плашек Геро в каждой со стандартной приманкой выставлялись сроком на одну ночь) в различных биотопах был собран значительный объём материала.

Результаты исследований

Длительные исследования на Среднем Сихотэ-Алине с 1972 по 1990 гг. позволили выявить многолетнюю динамику численности мышевидных грызунов и установить, что продолжительность полного популяционного цикла в одном и том же биотопе может колебаться от 2 до 8 лет [4]. До этого исследователями отмечались колебания уровня численности грызунов с периодичностью 3-4 года [2]. Выявленные для различных фаз популяционного цикла основные черты дифференциации сообществ грызунов в морфоструктурных частях ландшафта показывают закономерные смены типов пространственного распределения населения в сопряжённых рядах местообитаний в зависимости от уровня численности. В годы депрессии сезонная динамика характеризуется последовательным чередованием мелко- и крупнопятнистого распределения грызунов. В популяционной фазе нарастания численности наблюдается мелко-

пятнистое распределение грызунов, характеризующееся наличием небольших пятен высокой и более низкой численности зверьков. В год пика характерно случайное распределение. Лишь летом, в сезонный пик, наблюдается крупнопятнистое, со случайным внутри пятен, распределение.

Для этой же территории были установлены особенности реакции грызунов на циклические изменения природной среды (прежде всего неблагоприятные для их жизнедеятельности) и благодаря стационарным наблюдениям выявлена возможность существования в многовидовых группировках сезонных структурных аспектов: ранневесенних, поздневесенних–раннеосенних и позднеосенних.



Рис. 1. Места проведения стационарных наблюдений на территории Приморского края. 1 – Средний Сихотэ-Алинь (пос. Хрустальный); 2 – Южный Сихотэ-Алинь (село Лукьяновка); 3 – Приханкайская низменность (село Гайворон)

На Южном Сихотэ-Алине в результате проведённых многолетних наблюдений с 1998 по 2006 гг. на высотном профиле в горах Южного Сихотэ-Алиня был выявлен характер высотного-поясного распределения мышевидных грызунов и установлено, что он обусловлен как сезонной (внутригодовой) так и многолетней динамикой численности видов, формирующих население.

Динамика населения грызунов характеризуется специфическим ходом численности отдельных видов, слагающих это население, что приводит к колебаниям обилия животных, различающимся как по сезонам на разных фазах популяционного цикла, так и в пределах одних и тех же фаз, относящихся к различным циклам. Что не позволяет наблюдать абсолютное тождество населения в различные годы в одних и тех же точках наблюдения.

Высотные группировки грызунов неустойчивы и характеризуются неповторяемой уникальностью, прежде всего в весенний и осенний сезоны, а также значительным несоответствием их границ границам растительных поясов. Стационарные наблюдения позволили выявить сезонные аспекты в распределении мелких млекопитающих по высотным поясам растительности (рис. 2). Собранный материал показал максимальное соответствие выделяемых высотных группировок грызунов ландшафтно-растительным поясам конкретных горных систем только в летний период популяционных максимумов. А высотная поясность населения грызунов, трактуемая как соответствие каждому ландшафтно-растительному поясу только ему свойственного сообщества млекопитающих, является частным случаем перестройки структуры популяций видов, формирующих это население. [6].

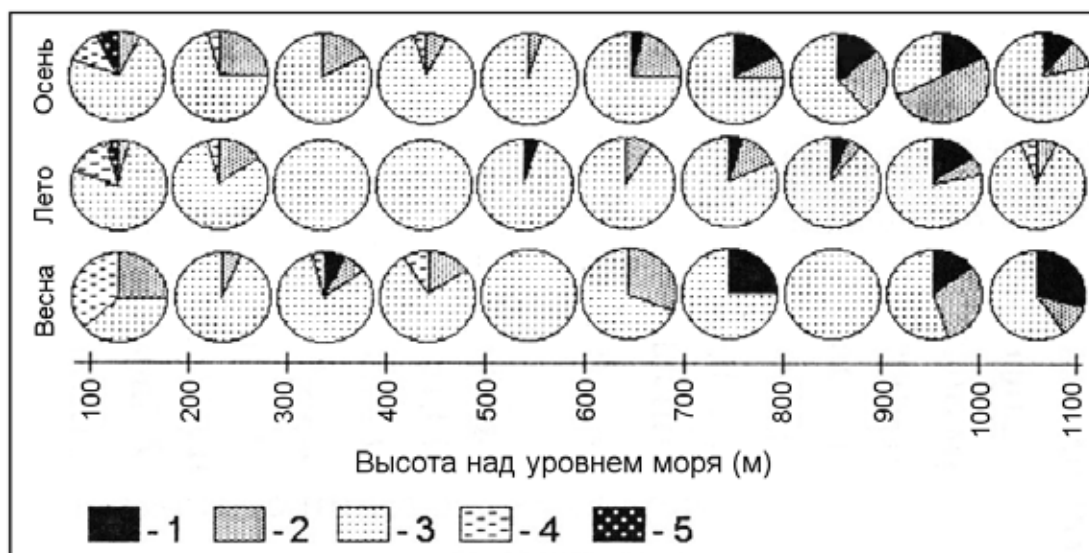


Рис. 2. Распределение мышевидных грызунов на юге Приморского края в год популяционного пика.

Виды: 1 – красная полёвка; 2 – красно-серая полёвка; 3 – восточноазиатская мышь; 4 – полевая мышь; 5 – большая полёвка

Многолетние стационарные исследования позволили построить серию карт распределения отдельных видов мышевидных грызунов на территории Приморского края [5].

Исследования на лугово-полевом стационаре на востоке Приханкайской низменности (в 2003-2005 гг.) и на горно-лесном стационаре в пределах Южного Сихотэ-Алиня (2003-2006 гг.) позволили оценить структуру и функционирование очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС), основным переносчиком которой являются мышевидные грызуны.

Многолетние наблюдения за динамикой численности отдельных видов позволили выявить роль последних в передаче хантавирусов человеку, что позволило впервые для Дальневосточного региона дать комплексную оценку развития эпизоотического процесса хантавирусной инфекции в популяциях основных вирусоносителей в горно-лесных и лесостепных ландшафтах. Собранные новые, оригинальные материалы, наглядно отражают функционирование природных очагов инфекции во взаимосвязи с динамикой пространственной, половой и возрастной структурами мышевидных грызунов [7]. Основные результаты данной комплексной оценки следующие. 1. Структура сообществ грызунов как лесных, так и лугово-полевых экосистем определяет эпидемическую опасность территории. В лесном очаге потенциальная опасность заражения людей ГЛПС определяется уровнем численности и степенью доминирования в населении грызунов восточноазиатской мыши – носителя патогенного генотипа *Amur*,

в лугово-полевом – полевой мыши – резервуара и носителя патогенного генотипа *Hantaan*. 2. Циклы популяционной динамики грызунов и динамики возбудителя хантавирусной инфекции в лесном очаге синхронны. 3. В лесных очагах инфекции самцы восточноазиатской мыши играют ведущую роль в поддержании эпизоотического процесса. В лугово-полевых очагах подобная закономерность не выявлена. 4. Сравнение видовой структуры населения мышевидных грызунов со структурой их инфицированной части показало высокую степень соответствия между ними. Это позволило использовать карты ареалов видов для построения прикладных медико-географических карт, отражающих генотипическую структуру хантавируса и ее динамику на очаговой территории. 5. Проведено эколого-эпидемиологическое районирование Приморья и выделено восемь основных очаговых провинций, в каждой из которых периодичность динамики численности грызунов и заболеваемости ГЛПС имеет характерные особенности.

Заключение

Таким образом, многолетние стационарные исследования мышевидных грызунов в Приморском крае позволили:

I. Выявить многолетнюю динамику численности мышевидных грызунов и установить, что продолжительность полного популяционного цикла в одном и том же биотопе может колебаться от 2 до 8 лет;

II. Установить характер высотно-поясного распределения мышевидных грызунов, который обусловлен как сезонной (внутригодовой) так и многолетней динамикой численности видов, формирующих население;

III. Построить серию карт распределения отдельных видов мышевидных грызунов на территории Приморского края;

IV. Дать комплексную оценку развития эпизоотического процесса хантавирусной инфекции в популяциях мелких млекопитающих в горно-лесных и лесостепных ландшафтах.

Литература

1. Изотов П.В., Солдатов Г.М. К вопросу об эпизоотическом значении различных видов полевых грызунов в очагах дальневосточного инфекционного геморрагического нефрозо-нефрита // Тр. Владивостокского науч.-исслед. института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Владивосток, 1962. Сб. 2. С. 38-43.
2. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А. Биоценотические связи птиц, млекопитающих и кедров корейского // Фауна и экология наземных позвоночных юга Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. С. 5-41.
3. Кучерук В.В., Туликова Н.В., Евсеева В.С., Заклинская В.А. Опыт критического анализа методики количественного учёта грызунов и насекомых при помощи ловушко-линий // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: изд-во АН СССР, 1963. С. 218-227.
4. Симонов С.Б. Население мышевидных грызунов Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1990. 111 с.
5. Симонов С.Б. Структура территориальных группировок мышевидных грызунов юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2003. 196 с.
6. Симонов П.С., Симонов С.Б., Симонова Т.Л. Высотно-поясная дифференциация сообществ грызунов в горных экосистемах Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2008. 120 с.
7. Симонов С.Б., Симонова Т.Л., Симонов П.С., Борисова Д.С. Роль мышевидных грызунов в циркуляции хантавирусов в природных экосистемах Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 180 с.

ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСТПИРОГЕННОГО УЧАСТКА БОЛОТА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ

Синюткина А.А.¹, Коронатова Н.Г.², Вишнякова Е.К.²,
Косых Н.П.², Миронычева-Токарева Н.П.²,

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа, Россия, г. Томск, ул. Гагарин, д. 3

E-mail: ankalaeva@yandex.ru

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия, г. Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, д. 8/2

E-mail: koronatova@issa-siberia.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения динамики запасов надземной фитомассы постпирогенного участка на осушенном болоте в южно-таежной подзоне Западной Сибири с использованием материалов полевых исследований и спутниковых данных Sentinel-2. Исследования проведены на участках сосново-кустарничково-сфагнового болота с разной степенью пирогенной нагрузки: полностью выгоревший, частично выгоревший и невыгоревший участки. Усовершенствованный вегетационный индекс EVI в лучшей степени отражает динамику надземной фитомассы. Анализ временной динамики индекса показал, что через 5 лет после пожара процессы зарастания и увеличения надземной фитомассы продолжают, что в большей степени характерно для полностью выгоревшего участка.

Ключевые слова: вегетационные индексы, надземная фитомасса, осушенное болото, Sentinel-2, Западная Сибирь, южная тайга, Sphagnum

ASSESSMENT OF VEGETATION RESTORATION OF A POST-PYROGENIC BOG IN TOMSK REGION BASED ON SATELLITE AND GROUND DATA

Sinyutkina A.A.¹, N. Koronatova N.G.², Vishnyakova E.K.²,
Kosykh N.P.², Mironycheva-Tokareva N.P.²

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, 3 Gagarina St, Tomsk, Russia

E-mail: ankalaeva@yandex.ru

²Institute of Soil Science and Agrochemistry Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Ak. Lavrent'ev ave., 8/2

E-mail: koronatova@issa-siberia.ru

Abstract. The article presents the results of studying the dynamics of reserves of above-ground production of the burned site within the drained bog in the south taiga subzone of Western Siberia using field data and Sentinel-2 satellite data. The studies were carried out on areas of pine dwarf shrub sphagnum bog characterized by varying degrees of pyrogenic load: completely burnt out, partially burnt out and unburned areas. The enhanced vegetation index (EVI) better reflects the dynamics of above-ground production. The analysis of the time dynamics of the index showed that 5 years after the fire, the processes of overgrowth and increase in above-ground production continue, which is more typical for a completely burned-out area.

Key words: vegetation index, above-ground production, drained bog, Sentinel-2, Western Siberia, southern taiga, Sphagnum

Пожары на болотах существенно влияют на функционирование экосистем, переводя их из поглотителей углерода в его источник как за счет прямого воздействия – выгорания растительности и верхнего слоя торфа, так и за счет смены видового состава растений торфообразователей на этапе постпирогенного зарастания выгоревших участков. Вопрос оценки

возможности полного восстановления растительного покрова и продолжения процесса торфонакопления после пожаров разной интенсивности остается открытым, что определяет актуальность проведения исследований в данной области. Целью исследования является оценка постпирогенной динамики растительности верхового сосново-кустарничково-сфагнового осушенного болота в условиях подзоны южной тайги Западной Сибири. В частности, в данной статье представлены результаты изучения динамики запасов надземной фитомассы на основе материалов полевых исследований и рассмотрен вопрос оценки эффективности использования вегетационных индексов для определения запасов надземной фитомассы на постпирогенных и не выгоревших участках верхового болота.

Исследования проведены на северо-восточном отроге Большого Васюганского болота (Бакчарский болотный массив) в пределах осушенного и частично выгоревшего участка сосново-кустарничково-сфагнового верхового фитоценоза. Территория исследования относится к подзоне южной тайги Западной Сибири. Растительный покров сосново-кустарничково-сфагновых верховых болот характеризуются низким видовым разнообразием. В древесном ярусе преобладает *Pinus sylvestris* высотой 0,5–5 м. Кустарничковый ярус образован *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, на осушенных болотах встречается *Vaccinium uliginosum*. Проективное покрытие кустарничкового яруса достигает 70–90 %. Среди мхов доминируют *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. balticum*, *S. angustifolium* с проективным покрытием 90–100% (Sinyutkina, 2021).

В 1980 гг. на участке Бакчарского болотного массива площадью 77 км² было проведено осушение с целью лесомелиорации. Осушение не привело к ожидаемому эффекту прироста древесного яруса и сказалось только на некотором снижении уровня болотных вод и трансформации видового состава мохового и кустарничкового ярусов (Синюткина и др., 2018, Sinyutkina, 2021). В 2016 г. на площади 5,5 км² произошел пожар, около 75 % выгоревшего участка занимало осушенное сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото (Sinyutkina et al., 2020). В большей степени выгоранию были подвержены участки вдоль осушительных каналов, характеризующиеся полным выгоранием поверхности. Через 5 лет после пожара здесь отмечено интенсивное зарастание *Polytrichum strictum*, частота встречаемости которого достигает 0,9. Сфагновые мхи здесь полностью отсутствуют, либо имеют низкую частоту встречаемости, не превышающую 0,2. Частота встречаемости кустарничков менее 0,3, доля открытой поверхности достигает 50 %. Для большей части пирогенного участка было характерно частичное выгорание поверхности, при котором выгорели преимущественно понижения микрорельефа, а на положительных формах сохранилась кустарничковая и моховая растительность. Через 5 лет после пожара происходит появление сфагновых мхов, но погибший *Sphagnum fuscum* продолжает занимать большую часть почвенного покрова на невыгоревших моховых подушках. На участках с меньшей степенью выгорания (менее 40 %) встречаемость *Polytrichum strictum* не превышает 0,5. На участках с большей степенью выгорания (до 75 % поверхности) частота встречаемости *Polytrichum strictum* в пределах отрицательных форм достигает 1, и он отсутствует только на самых высоких элементах микрорельефа.

Полевые исследования проведены на трех площадках: № 1 – полностью выгоревший участок у осушительного канала, № 2 – частично выгоревший участок в 70 м от канала, № 3 – невыгоревший участок внутри основного контура пожара. Полевые исследования включали геоботанические описания и оценку запасов надземной фитомассы (фитомасса мхов, листьев кустарничков, листьев и хвои деревьев) в сентябре 2018–2020 гг.

Исследование временной динамики растительного покрова пирогенного участка проведено с использованием спутниковых данных Sentinel-2 за период 2016–2021 гг., включая снимки до возникновения пожара. Разрешение снимков составляет 10 м в видимом диапазоне и 10–20 м в ближнем инфракрасном и коротковолновом инфракрасном диапазонах (открытый

доступ EarthExplorer.usgs.gov). Всего использовано 36 снимков после спектральной и атмосферной коррекции в ГИС-пакете Quantum GIS (версия 3.22.1). В связи с высокой долей облачных дней, количество снимков за вегетационный период (май-сентябрь) составляло от 4 до 10 в разные годы. Оценка временной динамика растительного покрова выполнена с использованием нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI и усовершенствованного вегетационного индекса EVI, рассчитанных для площадок определения запасов фитомассы (Lees et al., 2018).

Для анализа динамики фитомассы и выявления ее связи с вегетационными индексами мы использовали следующие показатели – фитомасса мхов, листьев кустарничков, листьев и хвои деревьев. Вегетационные индексы NDVI и EVI были рассчитаны на даты, наиболее близкие к отбору проб на трех участках – полностью выгоревший, частично выгоревший и невыгоревший. Как показали исследования, EVI в большей степени отражает динамику фитомассы ($R^2=0,90$) в сравнении с NDVI ($R^2=0,74$) в условиях многоярусной структуры растительного покрова верховых болот (рисунок 1).

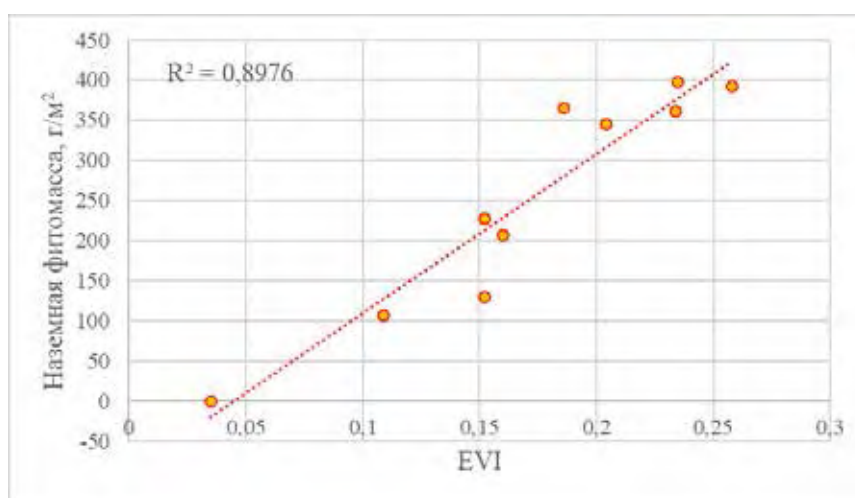


Рисунок 1 – Зависимость запасов наземной фитомассы и вегетационного индекса EVI на точках проведения полевых исследований.

По данным наземных исследований, запасы фитомассы изменялись от 107 г/м² на полностью выгоревшем участке в 2018 году до 360–400 г/м² на невыгоревшем участке сосново-кустарничково-сфагнового болота. Структура надземной фитомассы отличается между участками. На невыгоревшем болоте больший вклад в запасы фитомассы вносят сфагновые мхи (50 %) и хвоя сосны (30 %). На частично выгоревшем участке доля мхов составляет 70–85 %, а на полностью выгоревшем изменяется по годам в пределах 40–70 %. По фитомассе листьев выделяется полностью выгоревший участок, где их доля в 2019 г. достигает 60 %, в то время как на остальных участках находится в пределах 10–20 %. За период 2017–2021 гг. на невыгоревшем участке EVI менялся незначительно в пределах 0,24–0,28, что соответствует средней суммарной фитомассе 425 г/м² с максимумом в 2018 г. (рисунок 2). На частично выгоревшем участке EVI показал рост от 2017 к 2018 г. с 0,12 до 0,20, после чего продолжал оставаться на уровне 0,20–0,22. Рост значений был отмечен уже в летний период 2017 г. за счет интенсивного отрастания кустарничков в июле-августе через год после пожара. Начиная с 2018 г. средние расчетные запасы фитомассы составили 323 г/м², что в 1,5 раза ниже в сравнении с уровнем 2016 года. На полностью выгоревшем участке рост EVI наблюдается с лета 2017 до настоящего времени (2021 г.). За период 2018–2021 гг. среднее расчетное значение запасов наземной фитомассы составляет 228 г/м², что ниже допожарного периода 2016 года в 2,4 раза и ниже

невыгоревшего участка в 2 раза. Таким образом, через 5 лет после пожара EVI, отражающий запасы надземной фитомассы на полностью выгоревшем участке, продолжают расти, что происходит главным образом за счет активного разрастания кустарничков и подроста березы и осины. На частично выгоревшем участке EVI остается на одном уровне, хотя здесь отмечено появление сфагновых мхов на выгоревшей поверхности, их роль в запасе фитомассы пока незначительна. На обоих выгоревших участках общие запасы через 5 лет после пожара продолжают оставаться ниже в сравнении с невыгоревшим болотом.



Рисунок – Динамика вегетационного индекса EVI на точках проведения полевых исследований.

Таким образом, усовершенствованный вегетационный индекс EVI в лучшей степени отражает динамику наземной фитомассы в условиях постпирогенных участков верхового сосново-кустарничково-сфагнового болота. Анализ временной динамики индекса показал, что через 5 лет после пожара процессы зарастания и увеличения надземной фитомассы продолжают, что в большей степени характерно для полностью выгоревшего участка.

Литература

1. Синюткина А.А., Гашкова Л.П., Малолетко А.А., Магур М.Г., Харанжевская Ю.А. 2018. Трансформация поверхности и растительного покрова осушенных верховых болот юго-востока Западной Сибири. Вестник Томского государственного университета. Биология, 43: 196–223.
2. Lees K.J., Quaipe T., Artz R.R.E., Khomik M., Clark J.M. 2018. Potential for using remote sensing to estimate carbon fluxes across northern peatlands – A review. *Science of the Total Environment*, 615: 857–874. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.103>
3. Sinyutkina A. 2021. Drainage consequences and self-restoration of drained raised bogs in the south-eastern part of Western Siberia: Peat accumulation and vegetation dynamics. *Catena*, 205: 105464. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105464>
4. Sinyutkina A.A., Gashkova L.P., Koronatova N.G., Maloletko A.A., Mironycheva-Tokareva N.P., Russkikh I.V., Serebrennikova O.V., Strel'nikova E.B., Vishnyakova E.K. Kharanzhevskaya Yu.A. 2020. Post-fire ecological consequences within the drained site of the Great Vasyugan Mire: retrospective water-thermal regime and pyrogenic disturbance estimation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 408: 012037. doi:10.1088/1755-1315/408/1/012037

КОНЦЕПЦИЯ МОРСКОЙ ДИКОЙ ПРИРОДЫ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Сорокин П.С., Бочарников В.Н.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. Рассмотрены природоохранные концепции, стратегии и представления о важности сохранения морской дикой природы. Обоснована актуальность географических исследований по выделению таких районов в Мировом океане. Представлено определение термина и содержание концепции морской дикой природы. Предлагается выделить место этой концепции в проектах прибрежно-морского планирования хозяйственной деятельности на научной и законодательной основе.

Ключевые слова: морская дикая природа, морское природопользование, морская экосистема, биоразнообразие.

THE CONCEPT OF MARINE WILDERNESS AND ITS SIGNIFICANCE IN GEOGRAPHICAL RESEARCH AND NATURE MANAGEMENT

Sorokin P.S., Bocharnikov V.N.

Pacific Institute of Geography FEB RAS

Annotation. The conservation concepts, strategies and ideas about the importance of marine wildlife conservation are considered. The relevance of geographical research on zoning of areas in the World Ocean is grounded. The definition of the term and the content of the concept of marine wildlife are defined. It is proposed to use this concept in the projects of coastal-marine planning of economic activities on a scientific and legislative basis.

Key words: marine wilderness, marine nature management, marine ecosystem, biodiversity.

Использование в научных исследованиях словосочетания «морская дикая природа» преимущественно связано с обозначением трудно доступных географических районов Мирового океана, малоизученных и не используемых человеком. Официальное утверждение термина «дикая природа» произошло на государственном уровне в США с принятием соответствующего Закона - Wilderness Act, 1964 (Gonzalez, 2009). Но это определение термина распространялось для суши, а для моря, в 1988 г. на совещании в Торонто (Онтарио) специалистами американского общества по рыболовству были представлены руководящие принципы концепции морской дикой природы (Bohnsack, 1989). Согласно представлениям созданного комитета по морской дикой природе для регулирования рыболовства и иной хозяйственной деятельности в море необходимо определить географические границы тех морских районов, которые представляют значение для пополнения промысловых запасов гидробионтов. Кроме этого, было уделено внимание географической локализации морских экосистем, обладающих высоким или уникальным видовым разнообразием морской флоры и фауны. Такие морские районы следует сохранять не только от интенсивного рыболовства, но и от иных видов хозяйственной деятельности.

В современном представлении образ «дикая природа» передает целостный смысл пространства планеты, свободной пока еще от существенного и зачастую негативного влияния хозяйственной деятельности человека. Если принять во внимание, то что в бытовом выражении этот термин используется для обозначения удаленных районов от урбанизированных территорий преимущественно без транспортных сетей. То и для морской части можно по аналогии называть «дикими», те морские районы где отсутствует судоходство из-за замерзаемости, ги-

дрометеорологических явлений или же по иным обстоятельствам, препятствующим развитию морского природопользования.

Идея сохранения дикой природы отечественными исследователями была обоснована, независимо от взглядов зарубежных коллег. Она была рассмотрена с познавательными-исследовательскими позициями и закреплена как особая природоохранная область, сформирована на практике в качестве «заповедной сети» (Чибилёв, 2017). В официальном перечне наземных особо охраняемых природных территорий категория «1b wilderness» соответствует отечественному варианту «1a «заповедники» (Бочарников, 2021).

Относительно концепция морской дикой природы, следует подчеркнуть, что в первую очередь она направлена на выделение таких экосистем, в которых действительно сохранились ненарушенные участки природы и популяции организмов, не испытывающих антропогенного воздействия критического характера. Но для удаленных морских районов, с экстремальными условиями навигации и ограниченным полевым периодом научных исследований представляется проблематичным осуществить комплексные и детальные гидробиологические работы. В этом и обусловлена основная необходимость заявленной темы исследования - определение потенциально важных, но неизведанных участков Мирового океана, т.е. географических районов по степени и полноте исследования с последующим определением их статуса.

Концепции сохранения морского биоразнообразия и рационального использования акваторий были разработаны по инициативе ООН. Вследствие нарастающей антропогенной нагрузки на морские экосистемы из-за развития прибрежных урбанизированных территорий, судоходства и рыболовства, стали формироваться стратегии сбалансированного морского природопользования. Наиболее показательными методами механизма управления хозяйственной деятельностью в последнее время располагает морское пространственное планирование (Качур и др., 2020). Концепция морской дикой природы при разработке национальных планов развития морехозяйственного комплекса и океанического природопользования присутствует обособленно. Т.е. из-за неравномерности масштаба изученности и разрозненной информации о таксономическом разнообразии удаленных морских районов, раздел о природоохранных мероприятиях состоит из сведений о морских заповедных акваториях, ограниченных участков для рыболовства и добычи морских ресурсов согласно местному законодательству или межправительственным соглашениям. Таким образом, концепция морской дикой природы представляет принципиально новую основу морского планирования и регламентации хозяйственной деятельности. Она органично включает различные международные стратегии по сохранению живой природы океана, сохранения биосферных функций и экосистемных услуг, обеспечивает практические форматы сохранения биоразнообразия, реализацию принципов осуществления экосистемного подхода, выявление особой специфики взаимодействия в контактной зоне «суша-океан» (Bocharnikov V.N., Sorokin P.S., 2021).

Многими исследованиями установлены приблизительные масштабы идентификации дикой природы. Например, глобальные морские экосистемы (или экорегионы мира), которые включают не только прибрежные районы от бассейнов рек до континентальных шельфов, но и простираются далеко за границы океанских течений (Spalding, 2007). Всемирной организацией ООН по продовольственной и сельскохозяйственной политике (FAO) разработана концепция и составлен список уязвимых морских экосистем. Были определены группы индикаторов и районы местообитания для оценки морских районов и их статуса (FAO, 2009). Подобные научно-обоснованные рекомендации ориентированы на рациональное использование глубоководных зон для океанического рыболовства и охрану морской среды за пределами территориальных вод.

По современным оценкам, более 13% от площади Мирового океана признано «диким», морские экосистемы которых нуждаются в принятии специальных мер по сохранению биораз-

нообразия (Jones et al., 2020). Следует отметить, что определение особо охраняемых морских зон пока еще слабо обосновано, и как правило, основывается на выборочном влиянии различных морских природопользователей на биоразнообразие или на отдельные виды животного и растительного мира (Horta e Costa et al., 2016).

В российской исследовательской деятельности концепция морской дикой природы практически не используется. Несмотря на это, следует отметить, что российскими научно-исследовательскими институтами были проведены масштабные комплексные биологические и океанологические исследования всех российских морей, а также далеко за их пределами, в т.ч. в рамках осуществления работ по идентификации уязвимых морских экосистем (Спиридонов В.А. и др., 2018).

Обширные исследования по тематике географии Мирового океана (Богданов, 1978) подтверждают в эмпирическом отображении многие факты использования ресурсов океана, и передают общий тренд стремительного исчезновения популяций и видов, упрощения структуры сообществ и функциональности экосистем. И если ранее, Мировой океан был объектом ожесточенной борьбы за регулирование морехозяйственной деятельностью между странами Северной Америки и Европы, то сегодня, Китай играет немалую роль в фундаментальных разработках основ морского природопользования, кардинально меня сложившиеся представления о сохранении морской дикой природы. Современные методологические приёмы оценки антропогенного влияния на морские экосистемы связаны с обоснованием или регламентацией неистощительного рыболовства в глубоководных районах Мирового океана (Ardrón et al., 2014).

Существуют различные подходы и термины к определению разноранговых особо охраняемых природных территорий и регламентации морской хозяйственной деятельности с целью сохранения биоразнообразия (Бочарников, 2022). Например, для управления рыболовством предложена концепция уязвимых морских экосистем. На примере российских морей (в частности для Баренцева моря) выполнено ландшафтно-биоэкономическое районирование (от глобальных до локальных экосистем). С целью сбалансированного и рационального морского природопользования в общемировом масштабе разрабатываются и внедряются на государственном уровне программы морского пространственного планирования. Они основаны на национальных интересах в ресурсах Мирового океана в системе сбалансированного морского природопользования.

Разработка методов делимитации и картографирования морской дикой природы для арктических морей России выполнена в рамках исследования оценки возможного ущерба от нефтегазового комплекса (Спиридонов и др., 2020). Для более изученных дальневосточных морей в океанографическом и рыбохозяйственном значении такой масштабной работы не проводилось. Но имеется актуальность выделения границ и обоснования необходимости учета таких районов для сохранения природных популяций там, где осуществляется интенсивное рыболовство, разработка морских месторождений полезных ископаемых и пр.

В настоящее время активность хозяйственной деятельности в тихоокеанской прибрежно-морской зоне, ограничивается 12-ти мильной чертой. Например, шельфовая зона Японского моря узкая, а зона материкового склона начинается с изобат 200–300 м и заканчивается изобатами 800–1000 м. Именно на акватории до изобат 800 м распространяются сырьевые запасы рыб, что практически совпадает с 12-ти мильной зоной. С модернизацией технического оснащения рыбодобывающего флота для всех морей отмечается тенденция осваивать более глубоководные и удаленные от берега районы (при промысле крабов, донных и пелагических рыб).

Следует отметить, что в существующих методических рекомендациях для регулирования отдельных видов морского природопользования (например, нефтегазового комплекса) нет четкого представления о географических границах выделения участков по уязвимости экосистем или отдельных её компонентов. Таким образом, критерии выбора масштаба исследо-

ваний не подчиняются природным процессам (биологическим законам), а зависят от выбора района и правилами технической обработки картографического материала (Блиновская и др., 2014). Реальные ареалы непромысловых представителей животного или растительного мира зачастую не установлены. Оценка уникальности экосистем осуществляется группой экспертов преимущественно по субъективным сведениям, а при отсутствии экспедиционных данных это не является правильным методом. Следовательно, при обработке недостаточного информационного материала для определения участка как уникального для сохранения морской дикой природы необходимы географические исследования.

Такое обстоятельство является причиной интеграции знаний и создания научно-информационного обеспечения мониторинга за состоянием морской среды, обоснования морского планирования, совершенствования базы данных о промысловых популяциях гидробионтов и определения степени антропогенного воздействия на компоненты морской экосистемы. Это возможно на основе использования спутниковых снимков, промысловой статистики, генерализации интерактивного картографирования и обработки данных позиционирования морских судов.

При этом на основе идеи сохранения дикой природы акцентируется внимание на изученности таксономического состава морской флоры и фауны в географических границах исследования, обозначаются способы обработки количественных показателей по оценке хозяйственной деятельности на прибрежных территориях и морском пространстве, плотности морского транспорта на акваториях; наличие объектов добычи минеральных ресурсов, оперативная информация об аварийных ситуациях при транспортировке, в т.ч. другие факторы возможной угрозы загрязнения морской среды.

Литература

1. Блиновская Я.Ю., Гогберидзе Г.Г., Шилин М.Б и др. Методические подходы к выделению районов ограничения антропогенной деятельности в замерзающих морях. Мурманск: Всемирный фонд дикой природы. 2014. с.11.
2. Богданов Д.В. География Мирового океана. М.: Наука 1978. 120 с.
3. Бочарников В.Н. Заповедники дикой природы России. М.: АНО «Диалог культур». 2021. 312 с.
4. Бочарников В.Н. Географическая экология эпохи Антропоцена. Владивосток. 2022. 276 с.
5. Качур А.Н., Бакланов П.Я., Михайличенко Ю.Г. и др. О развитии общей системы интегрированного (комплексного) управления морским природопользованием // Проблемы региональной экологии. 2020. №2. С.101-108.
6. Спиридонов В.А., Винников А.В., Голенкевич А.В., Майсс А.А. «Уязвимые морские экосистемы» и близкие понятия в практике управления морским природопользованием: концепции, терминология и возможности приложения к сохранению морской среды и биологических ресурсов // Труды ВНИРО. 2018. Т. 174. С. 143-173.
7. Спиридонов В.А., Соловьёв Б.А., Онуфрени И.А. Пространственное планирование сохранения биоразнообразия морей Российской Арктики. М.: WWF России, 2020. 376 с.
8. Чибилёв А.А. История и современное состояние заповедного дела в России // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87. № 3. С. 231-241.
9. Ardron J.A. et al. A systematic approach towards the identification and protection of vulnerable marine ecosystems // Marine Policy. 2013. V. 49. P. 146-154.
10. Bohnsack J.A. et al. Report on the Concept of Marine Wilderness // Fisheries. 1989. V.14. № 5. P.22-25.
11. Bocharnikov V.N., Sorokin P.S. Marine Wilderness concept for Arctic and Pacific geographical research / Marine Biology in the 21st Century: Achievements and Development Outlook. Vladivostok, 2021. P. 33-35.
12. Gonzalez G.A. The Wilderness Act of 1964 and the Wilderness Preservation Policy Network // Capitalism Nature Socialism. 2009, V. 20. № 4. P. 31-52.
13. Horta e Costa B, Claudet J, Franco G, et al. A regulation-based classification system for marine protected areas (MPAs) // Marine Policy. 2016.72. P. 192-198.
14. International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas FAO DSF Guidelines 2009 (<https://www.fao.org/in-action/vulnerable-marine-ecosystems/criteria/en/>)
15. Jones K. et al. Area Requirements to Safeguard Earth's Marine Species // One Earth. 2020. 2, P. 188-196.
16. Spalding, M.D et al. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas // Bioscience 2007. Vol. 57, No. 7, P. 573-583.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ МОРСКОЙ ДИКОЙ ПРИРОДЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ЕЁ АКТУАЛЬНОСТЬ ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ

Сорокин П.С.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. *Анализован мировой и отечественный опыт выделения морских районов по степени уникальности биоразнообразия и значимости морской экосистемы для сохранения природного наследия и определения районов морской дикой природы. Приводятся сведения об отрицательном воздействии на природные популяции некоторых видов гидробионтов от различных видов хозяйственной деятельности. Рассмотрены варианты зонирования дальневосточных и арктических морей России по основным направлениям природопользования и природоохранным приоритетам.*

Ключевые слова: *морская дикая природа, методы оценки морского биоразнообразия, морские охраняемые районы, природно-ресурсное зонирование морей.*

MARINE WILDERNESS IDENTIFICATION METHODOLOGY: WORLD EXPERIENCE AND ITS RELEVANCE FOR RUSSIAN FAR EASTERN SEAS

Sorokin P.S.

Pacific Institute of Geography FEB RAS

Annotation. *The world and Russian experience of identifying marine areas according to the degree of biodiversity uniqueness and importance of a marine ecosystem for conservation of natural heritage and the definition of areas of marine wilderness are analyzed. Information on the negative impact on natural populations of some types of aquatic organisms from various types of economic activity is given. The options for zoning the Far Eastern and Arctic seas of Russia by main directions of nature management and environmental priorities are considered.*

Key words: *marine wilderness, marine biodiversity assessment methods, marine protected areas, natural resource zoning of the seas.*

По оценкам зарубежных исследователей 87% поверхности Мирового океана вовлечено в хозяйственную деятельность человека. Проведенные расчеты группой исследователей по сохранению морского биоразнообразия установили, что в границах морских природоохранных районов располагается менее 4,9% морских экосистем, отвечающих статусу морской дикой природы (Jones et al., 2018). Такие участки составляют 7,8% от площади Мирового океана (WDPА).

В дальневосточных и арктических морях выделены морские районы, где запрещается какая-либо хозяйственная деятельность на основе природоохранных принципов (Спиридонов и др., 2020). Это многочисленные памятники природы, исторического культурного наследия, островные и прибрежные заповедные территории гнездования перелетных птиц и т.п. Изменение таксономического (видового) биоразнообразия является результатом антропогенной нагрузки на морские экосистемы, посредством аварийных ситуаций и терригенного сброса загрязняющих веществ. Это приводит к изменению структуры морской экосистемы, в разной степени воздействия и масштаба, от угрожающей до деградации (например, в портовых районах или районах интенсивного рыболовства).

Концепция морской дикой природы является продолжением инициатив ООН по сохранению уникальных биотопов. Она основывается на анализе межправительственных согла-

шений по регулированию океанического и прибрежного рыболовства путем ограничений использования конкретных орудий лова, периода и запрета промысла в районах, подверженных сильному антропогенному прессу или интенсивному промыслу гидробионтов.

Стратегии и методы сохранения морской среды сочетают теоретические дисциплины природопользования, но в первую очередь базируются на популяционной биологии. Результатом этих стратегий является обоснование для создания охраняемых или контролируемых зон ограничения воздействия человеческой деятельности на морскую экосистему. Одним из ограничительных инструментов является квотирование объектов промысла. Для урбанизированных прибрежных и островных территорий с целью уменьшения конфликтов за пространство предлагается выполнять функциональное зонирование особоохраняемых территорий с разграничением хозяйственной деятельности. Альтернативой развития экономической деятельности в охраняемых морских районах выступает сфера туризма.

Следует отметить, что нет единой системы (классификации) выделения морских районов “дикой природы”. В то время, когда статус заповедника, морского заказника подтверждается периодическими инвентаризационными исследованиями по необходимости сохранения отдельных представителей флоры и фауны, то для неизведанных (диких) морских пространств этот вопрос остаётся дискуссионным. По аналогии зарубежных исследований, охватывающих Мировой океан были использованы субъективные данные влияния около 20-ти наименований антропогенных факторов («стрессоров»). Используя современные методы картографирования установлено что морскими районами, испытывающими менее 10% такой нагрузки (на площадь 10 км²) следует принять за дикую морскую природу (Jones et al, 2018). Такие районы занимают от площади Мирового океана приблизительно 13,2%

В нашем представлении для дальневосточных (в т.ч. арктических) морей такая методология не применима из-за разрозненной информации и отсутствии многолетних наблюдений для удаленных, северных морских районов. Поэтому предлагается использовать данные по интенсивности рыбохозяйственного использования, судоходства, локализации участков добычи углеводородов. Кроме этого необходимо создание научно-исследовательской группы специалистов для объективной оценки выделения таких морских участков с дикой природой по разработанной системе показателей.

Для дальневосточного бассейна выполнено рыбохозяйственное зонирование. Сведения о промысловых запасах гидробионтов достаточно обширны (Шунтов, 2001), но не всегда охватывают донные морские экосистемы, из-за отсутствия данных о сопутствующем прилове при траловых научных съемках (Бадаев, 2017). Поэтому многие дальневосточные акватории требуют особого внимания, анализа информации и исследований. Имеющаяся промысловая статистика оказывается неполной для целей объективной оценки даже промысловых запасов, не говоря о представителях животного мира неизученных морских пространств из-за технических возможностей флота.

Важное значение для регионального развития приморских территорий представляет районирование хозяйственной деятельности (Бакланов, 2019; 2021). Управление социально-экономическими процессами традиционно осуществляется в административно-территориальных «единицах» - регионах, границы которых, как правило, не совпадают с природными рубежами (Бочарников, 2020). Информация о распределении не только об имеющихся видах хозяйственной деятельности на суше, морехозяйственного комплекса, судоходства, но и биологического разнообразия, влияющего на природно-ресурсный потенциал прибрежно-морской зоны необходима для мониторинга ресурсопользования. Картирование использования морских районов разномасштабного уровня позволяет выявить степень воздействия на морские районы, определив возможные угрозы заповедным районам.

Таким образом, основой для морского районирования являются сведения о наличии акваторий с естественными условиями для воспроизводства популяций гидробионтов объ-

ектов промысла, не испытывающих промысловой нагрузки и загрязнений водной среды. В районы морской дикой природы входят природоохранные морские, а также некоторые рыбохозяйственные участки с ограничением рыболовства. Отдельное внимание представляют уникальные глубоководные и рифовые комплексы, а также малоизученные удаленные морские экосистемы.

В нашей работе рассматривается возможность применения концепции морской дикой природы как инструмента сохранения морских экосистем при экономическом развитии прибрежной территории и перспективных направлениях морского природопользования. На конкретном примере доказывается необходимость в разработке методического аппарата выделения морских районов уникальных для сохранения биоразнообразия.

Литература:

1. Бадаев О.З. Резервы сырьевой базы для тралово-снюрреводных промыслов в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне / Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы. 2017. С. 11-13.
2. Бакланов П.Я. Мониторинг регионального природопользования // География и природные ресурсы. 2021. №3. С. 5-12.
3. Бакланов П.Я. Пространственные структуры природопользования в региональном развитии // География и природные ресурсы. 2019. №1. С. 5-13.
4. Бочарников В.Н. Территории дикой природы в административно-экономическом пространстве регионов России / Мировая экологическая повестка и Россия. М. 2020. С. 106-111.
5. Спиридонов В.А., Соловьёв Б.А., Онуфренин И.А. Пространственное планирование сохранения биоразнообразия морей Российской Арктики. М. WWF России. 2020. 376 с.
6. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей Т.1. Вл-к: Тинро-Центр. 2001. 580 с.
7. Edgar G.J., Russ G.R., Babcock R.C. Marine protected areas. // Marine Ecology. Eds S.D. Connell and B.M. Gillanders. Oxford University Press. 2007. P. 534-565.
8. Jones K.R. et al. The Location and Protection Status of Earth's Diminishing Marine Wilderness / Current Biology. 2018. 28. P. 2506–2512.
9. UNEP-WCMC and IUCN. The World Database on Protected Areas (WDPA) (available at: www.protectedplanet.net)

МОНИТОРИНГ ПОЙМЕННЫХ ГЕОЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО БЬЕФА ГЭС НА Р. КОЛЫМА

Ухов Н.В.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан

Аннотация. В представленной работе на примере ключевого участка изучено влияние эколого-геокриологических факторов на развитие пойменных геоэкосистем бьефа ГЭС на р. Колыма. На ключевом участке проведен мониторинг многолетней мерзлоты, исследован термический режим корнеобитаемого слоя на поймах разного уровня, установлен влияние криогенеза на азональные листовенные древостой. Определено влияние ежегодного затопления водами Усть-Среднеканского водохранилища на древесно-кустарниковую растительность.

Ключевые слова: бьеф ГЭС, многолетняя мерзлота, режимные наблюдения, изменение климата, термический режим, пойменные террасы, азональные древостой, растительность верхнего бьефа.

MONITORING OF FLOODPLAIN GEOECOSYSTEMS OF THE UPPER AND LOWER BIEFA HPP ON THE KOLYMA R

Ukhov N.V.

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

Annotation. In the presented work, on the example of a key area, the influence of ecological and geocryological factors on the development of floodplain geoecosystems of the HPP pool on the river was studied. Kolyma. In the key area, permafrost was monitored, the thermal regime of the root-inhabited layer on floodplains of different levels was studied, and the effect of cryogenesis on azonal deciduous forest stands was established. The influence of the annual flooding by the waters of the Ust-Sredkanskyy reservoir on tree and shrub vegetation has been determined.

Key words: hydroelectric power station pool, permafrost, regime observations, climate change, thermal regime, floodplain terraces, azonal forest stands, vegetation of the upper pool

В настоящее время на р. Колыме действуют 2 гидроэлектростанции. Первая, Колымская, введена в эксплуатацию в 2008 г., вторая, расположенная ниже по течению, – Усть Среднеканская, еще достраивается. Первые ее агрегаты и, соответственно, очереди водохранилища введены в эксплуатацию 2012 г., а вторые - в 2018 г. В настоящее время продолжается строительство последнего этапа ГЭС и водохранилища.

Для изучения влияния зарегулированности стока в нижнем бьефе ГЭС в качестве базового был выбран Верхне-Сеймчанский ключевой участок. На нем проводился комплексный геоботанический и эколого-геокриологический мониторинг нижнего бьефа, сначала Колымской, а с 2012 г. Усть-Среднеканской ГЭС. Начальная фаза мониторинговых исследований (1991-1992 гг.) связана с проведением экологической экспертизы проекта строительства станции Северо-Восточным отделом мерзлотоведения ИМЗ СО РАН. В дальнейшем наблюдения продолжались в рамках научной тематики ИБПС ДВО РАН по оценке воздействия ГЭС на окружающую среду. Участок, расположен в 60 км от строящегося Усть-Среднеканского и в 297 км от Колымского гидроузлов. Стационар расположен в таликовой зоне на островной части поймы р. Колыма. В геоморфологическом отношении возвышенные места относятся к старой, а ниже их – к высокой пойме.

Специфика работы Усть-Среднеканской ГЭС состоит в зимнем наполнении ее водохранилища за счет избыточных запаса воды из более крупного водохранилища Колымской ГЭС и боковой приточности [Кузовкин, 2008]. Особенность режима водохранилища заключается в повышении уровня воды на 12 м в начале холодного периода и его снижении до исходно-



Рис. 1. Космоснимок Верхне–Сеймчанского участка с объектами наблюдений.

го в начале лета. Для оценки влияния водохранилища геозкосистем был выбран ключевой участок на правобережной береговой полосе ежегодного затопления водами водохранилища в 3 км от плотины. На нем с 2020 г. стали осуществляться комплексный геоботанический и эколого-геокриологический мониторинг.

Зарегулированность стока р. Колыма, в соответствии с проектом строительства Усть–Среднекннской ГЭС, ожидаемая срезка уровней воды около в районе Верхне-Сеймчанского стационара составит около 1,2 м. На основании представлений о снижении заливаемости пойм делается вывод об ухудшении теплового режима корнеобитаемого слоя и деградации азональных лесов [Берман, Алфимов, 2008].

В последние десятилетия отмечается глобальное изменение климата, поэтому температура воздуха повышается, особенно, в северных районах [Оценочный, 2008, Заявление ВМО, 2015, Ушаков, 2016]. На Верхней Колыме, в активную фазу потепления (после 1980 г.) увеличение среднегодовой температуры составит около 2°C [Ushakov, Ukhov., 2020]. Воздуха Потепление климата не может ни вызвать увеличение мощности деятельного слоя. В результате чего, происходит оттаивание льдистых многолетнемерзлых пород и увеличение за счет этого водности водотоков [Ushakov, Ukhov., 2020, Ухов, 2021]. Так, летние расходы рек, впадающих в Колымское водохранилище, увеличиваются до 38% [Соколов Ушаков, 2012, Ушаков. Лебедева, 2016]. Ключевой участок расположен на островах, талике, поэтому мощность многолетнемерзлых пород ограничена глубиной залегания подземных вод, гидравлически связанных с речными водами. На ключевом участке были заложены 3 площадки с закрепленными на местности линиями, где измерялась глубина сезонного оттаивания аллювиальных отложений. Схема участка и объекты исследований приведены на рис. 1. На всех площадках полевыми работами (1990-1992 гг.) зафиксирована прослойка многолетней мерзлоты мощностью 1,6-2,4 м.

Мониторинга мерзлоты на профилях свидетельствует об общей тенденции увеличения мощности деятельного слоя. Это обуславливает оттаивание многолетнемерзлых прослоек на площадках №1 и №3 к 2012 г., а площадке №2 - в 2021 г. Следовательно, потепление климата, сопровождавшееся увеличением стока и температуры воды в р. Колыма способствовало деградации многолетней мерзлоты на поймах нижнего бьефа.

Дефицит тепла на Севере обуславливает преобладание в долинах рек лиственных лесов, с поверхностной корневой системой. Вследствие тепляющего влияния на поймах р. Колымы, включая исследуемую территорию, тепловые условия становятся благоприятными для произрастания азональных тополево-чозениевых древостоев со стержневой (якорной) корневой системой. Анализ динамики развития растительности в долинах рек и на ключевом участке развитие азональной древесной растительности (тополь и чозения) начинают на низкой пойме. Наибольшего развития они достигают на ежегодно затапливаемой средней пойме со сравнительно небольшой мощности аллювия (ср. 50-60см). В дальнейшем, по мере накопления пойменных отложений происходит ухудшение эколого-геокриологических условий их роста, например, снижение температуры, а также скорости оттаивания корнеобитаемого слоя. На участке высокой поймы (пл. № 1) были проведены комплексные эколого-геокриологические и геоботанические исследования. Здесь заливание паводковыми водами происходило в аномальные по водности годы (2012 и 2013 гг.) с близкой 1% обеспеченностью осадками. В связи с этим на площадке азональные виды растительности или отсутствуют (чозении) либо в ста-

дии гибели (древовидные ивы, ветровальные тополя), либо в стадии угнетения (суховершинность) и ветровал тополя (*Populus suaveolens*). В тоже время за последние 2 десятилетия здесь отмечается подрост лиственницы, березы и, реже, кедрового стланика.

На этой площадке было изучены особенности строения суховершинных и ветровальных тополей и их корнеобитаемого слоя. Установлено двухрусное строение корневой системы. Нижний ярус состоит из отмерших стержневых (якорных), а верхний из живых поверхностных корней (рис. 2).

В качестве примера проведем результаты древесно-кольцевых хронологий ветровального модельного дерева №1. На уровне корневой шейки насчитывается 101 годичное кольцо. Следовательно, возраст дерева, с учетом накопления пойменных осадков около 150 см. существенно больше этой величины. Согласно подсчету годичных колец скелетных корней поверхностной системы их формирование произошло 51-53 гг. назад.

С использованием автоматических регистраторов (логгеров) были осуществлены термометрические наблюдения на поймах разного уровня (средняя, высокая, старая) в течение теплого периода. Для проведения наблюдений использовались автоматические регистраторы (логгеры). На рисунке приведены температурные графики на глубине 50 см.

Анализ строения, возраста корневой системы и результаты термометрических наблюдений свидетельствуют, что о мере увеличения слоя пойменных осадков происходит ухудшение эколого-геокриологической обстановки в корнеобитаемом слое. Так, в результате последовательного осадения на поверхности мелкозернистых отложений уменьшается приток тепла и понижение температуры в нижних частях корнеобитаемого слоя. Одновременно с понижением температуры происходит существенное замедление оттаивания корнеобитаемого слоя. В связи с чем, стержневая корневая система не может обеспечить водно-минеральное питание надземной части дерева, поэтому около 50 лет назад началось формирование поверхностной корневой системы. Эти процессы сопровождается их угнетением тополей (суховершинность) и ветровалом.

На ключевом участке верхнего бьефа установлено, что в результате заливания слоем воды в осенне-зимне-весенний период, продолжительностью около 7 месяцев, основные виды древесно-кустарниковой растительности (лиственница, Каяндера, багульник, береза Миддендорфа, сланик) на береговой полосе во-

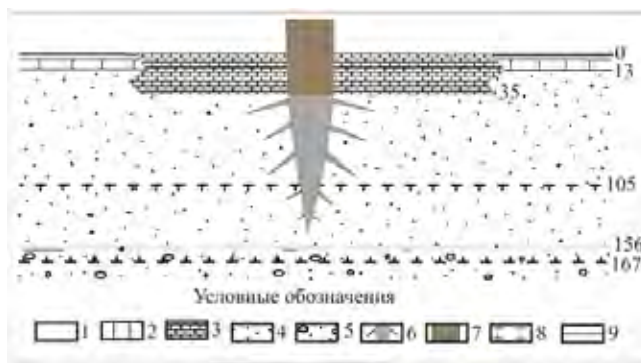


Рис. 2. Характерный эколого-геокриологический разрез корнеобитаемого слоя (1 – опад, 2 – торф слаборазложившийся, 3 – поверхностная корневая система, 4 – песок мелкозернистый, 5 – галечник, 6 – отмерший стержневой корень, 7 – живая часть корня и ствол, 8 – границы многолетней мерзлоты, 9 – граница и глубина ее залегания).



Рис. 3. Графики динамики температур корнеобитаемого слоя в вегетационный период на террасах различного уровня, №1, – на высокой 2 – старой пойме, №3 – средней.

дохранилища погибают. Голубика не теряет своей жизнеспособности, а в 2021 обильно плодоносила.

Следовательно, в результате глобального потепления происходит деградации многолетней мерзлоты в поймах нижнего бьефа ГЭС. Накопление пойменных осадков приводит к ухудшению эколого-геокриологических условий, формированию двурусной корневой системы тополя, угнетению (суховершинность), ветровавл. Результаты ретроспективного анализа развития корневой системы свидетельствуют о последовательной смене от начальной стержневой(якорной)до конечной- поверхностной. На а высокой пойме установлена смена азональных (древовидные ивы, тополь, чозения) на зональные, которые боле приспособленные к изменившимся эдафическим условиям (лиственница, береза, кедровый сланик).

В верхнем бьефе затопление полосы берега водохранилища с зональной растительностью в зимний период приводит, как правило, к гибели зональной растительности (лиственница Каяндера, багульник, берёза Миддендорфа, кедровый сланик) и сохранение жизнеспособности и даже плодоношения голубики.

Литература

1. Кузовкин А.И. Оценка инфраструктурной роли Усть–Среднеканской ГЭС в экономике Магаданской области / А.И. Кузовкин // Проблемы прогнозирования – 2007. – N 5. С. 85–96.
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1: Изменение климата. 2008. М., Росгидромет, 277.
3. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2015 году. ВМО-№ 1167. 2016. Женева, Publications Board World Meteorological Organization, 26.
4. Ушаков М.В. Характер современного потепления климата в Магаданской области // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2016, № 2, с. 29-33.
5. Соколов О.В., Ушаков М.В. Учет климатических изменений при прогнозировании притока воды в Колымское водохранилище на май // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. Вып. 566, 2012, с. 289-297.
6. Ушаков М.В., Лебедева Л.С. Климатические изменения режима формирования притока воды в Колымское водохранилище // Научные Ведомости БелГУ. Естественные науки. - 2016. - Вып. 37. № 25(246). - С. 120-127
7. Ushakov M.V., Ukhov N.V. Modern changes in the Thermal Regime of Mountain Rivers in the Permafrost Zone (A Case Study for the Upper Kolyma) // Russian Meteorology and Hydrology, 2020, Vol. 45, No. 12, pp. 858–863. ISSN 1068-373.
8. Ухов Н.В. Анализ Современной водности рек горных рек криолитозоны (на примере 7.Верхней Колымы). / Сборник научных статей: Материалы XVI Совещания географов Сибири и Дальнего Востока (28 сентября – 1 октября 2021 г.). Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2021, С. 188-192.

О ПРОДОЛЖАЮЩЕМСЯ КРИЗИСЕ СТАЦИОНАРНОЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Ушаков М.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, e-mail: mvilorich@narod.ru

Аннотация. Стационарная сеть гидрологических постов занимает важное место в системе мониторинга состояния окружающей среды. В докладе проанализирована динамика сокращения гидрологической сети на Северо-Востоке России. В 90-е годы прошлого века в связи с падением российского валового внутреннего продукта (ВВП) общее количество гидрологических постов на Северо-Востоке России резко сократилось, и к 2019 г. количество постов уменьшилось на 45-67 %. Сворачиваются уникальные наблюдения за водным балансом. С начала нулевых годов начался рост ВВП, но это не привело к улучшению гидрологической изученности. Можно сказать, что здесь устойчивый кризис. Таким образом, реформы последних десятилетий нанесли непоправимый ущерб изучению гидрологического режима Северо-Востока России. Это негативно сказывается и еще долго будет сказываться на качестве гидрологических прогнозов и расчетов, необходимых для более рационального использования водных ресурсов.

Ключевые слова: гидрологическая сеть, валовый внутренний продукт, сток воды, взвешенные наносы

ON THE ONGOING CRISIS OF THE STATIONARY HYDROLOGICAL NETWORK IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA

Ushakov M. V.

Federal State Budgetary Institution of Science North-Eastern Complex Research Institute named after N.A. Shilo of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, e-mail: mvilorich@narod.ru

Resume. The stationary network of hydrological posts has an important place in the environmental monitoring system. The paper analyzes the dynamics of the reduction of the hydrological network in the North-East of Russia. In the 90s of the last century, due to the fall of the Russian gross domestic product (GDP), the total number of hydrological posts in Northeast Russia sharply decreased, and by 2016 the number of posts decreased by 45-67 %. The unique water-balance observations are curtailed. From the beginning of the zero years, the growth of GDP began, but this did not lead to an improvement in hydrological study. It can be said that there is a steady crisis here. Thus, the reforms of the last decades have caused irreparable damage in the study of the hydrological regime of the North-East of Russia. This negatively affects and will for a long time affect the quality of the hydrological forecasts and calculations that are necessary for a more rational use of water resources.

Key words: hydrological network, gross domestic product, water runoff, suspended sediment

Известно, что в августе 1991 г. на «Московском майдане» кучка реформаторов развернула страну в сторону развала СССР и последующего разрушения экономики. Последствия этих политических и экономических реформ ощутимы до сих пор. За годы реформ страна по уровню социально-экономического развития оказалась отброшенной на многие десятилетия назад, никогда за обозримый период, даже после разрушений от гитлеровского нашествия, не наблюдалось столь продолжительного и глубокого снижения уровня производства почти во всех отраслях отечественной экономики (Кара-Мурза и др., 2003).

В данном докладе ставится цель, проанализировать, как сказались и продолжают сказываться реформы конца XX – начала XXI веков на гидрологической изученности Северо-Востока России. Под Северо-Востоком понимается территория всего бассейна р. Колымы, Чукотского автономного округа, Магаданской области и северо-восточной части Хабаровского

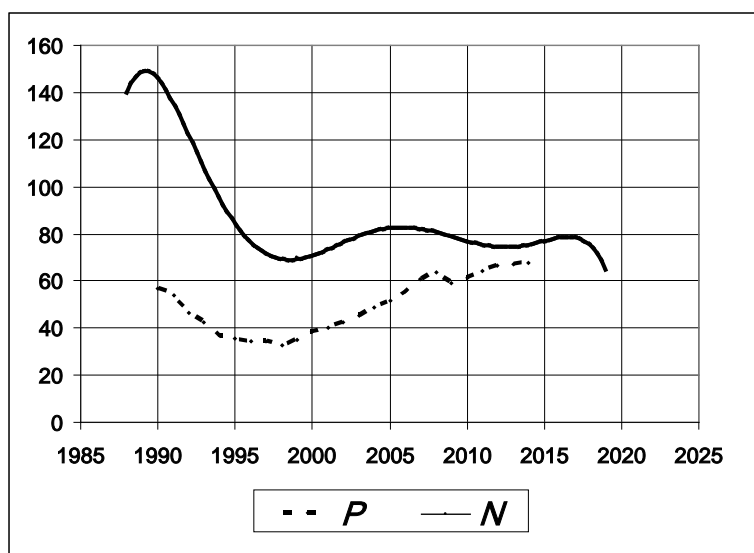


Рис. Многолетняя динамика валового внутреннего продукта России (P , $\$ \cdot 10^{10}$) и общего количества гидрологических постов на Северо-Востоке (N).

использованных факторов производства. Данные по ВВП России по годам в постоянных ценах 1990 г. взяты в (Овчарова и др., 2014). За показатель гидрологической изученности принято количество работающих гидрологических постов. Данные о количестве гидрологических постов взяты из Гидрологических ежегодников Государственного водного кадастра.

На рис. видно, что в 90-х годах прошлого столетия вслед за падением российского ВВП резко уменьшилось общее количество гидрологических постов на Северо-Востоке России. Количество постов к 2019 г. по бассейнам морей уменьшилось на 45-67 % (табл. 1), наименее изученным остаются реки бассейна Чукотского моря. Количество постов изучающих сток воды уменьшилось в 4,8 раза, а ведущих наблюдения за стоком взвешенных наносов – в 4,3 раза. В конце 90-х годов свернуты уникальные водно-балансовые наблюдения, имевшие мировое значение (Суцанский, 2002).

Таблица 1. Количество гидрологических постов по бассейнам морей и видам наблюдений

Год	Бассейн				Общее кол-во постов с изучением	
	Восточно-Сибирского моря	Чукотского моря	Берингова моря	Охотского моря	стока воды	стока взвешенных наносов
1988	100	3	17	20	92	26
2019	44	1	9	11	65	19

С начала нулевых годов начался рост ВВП, однако это не привело к улучшению в деле изучения гидрологического режима Северо-Востока России. Так что, можно сказать, что здесь наблюдается устойчивый кризис без признаков улучшения.

Таким образом, реформы последних десятилетий нанесли непоправимый урон в деле изучения гидрологического режима Северо-Востока России. Еще древнегреческий философ Гераклит Эфесский писал, что дважды в одну реку не войдешь (Муравьев, 2012). А ведь в эпоху современного глобального изменения климата это особенно актуально. Если разрушенный завод можно восстановить, то пропуски в ежедневных гидрологических наблюдениях никак не восполнить. Это отрицательно отражается и будет продолжать отражаться на качестве гидро-

края. Работы по изучению гидрологического режима выполняются подразделениями Росгидромета и финансируются из федерального бюджета.

В качестве объективного показателя социально-экономического положения страны взят годовой валовой внутренний продукт (ВВП). Он отражает рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, предназначенных для непосредственного употребления, которые были произведены за определенный год во всех отраслях экономики на территории государства для потребления, экспорта и накопления, вне зависимости от национальной принадлежности ис-

логических прогнозов и расчетов, которые необходимы для более эффективного функционирования различных отраслей экономики.

Литература

1. Муравьев С.Н. Гераклит Эфесский: все наследие: на языках оригинала и в русс. пер.: крат. изд. – М.: ООО «Ад Маргинем Пресс», 2012. – 416 с.

2. [Кара-Мурза С.](#), [Батчиков С.](#), Глазьев С. Белая книга. Экономические реформы в России 1991-2001. – М.: Эксмо, 2003. – 368 с.

3. Овчарова Л.Н., Бирюкова С.С., Тер-Акопов С.А., Варданын Е.Г. Что изменилось в доходах, расходах и потреблении российского населения? – М.: НИУ ВШЭ, 2014. – 42 с.

4. Суцанский С.И. История создания, методы, объекты и некоторые результаты исследований Колымской воднобалансовой станции / в кн. Факторы формирования общего стока малых горных рек в Субарктике. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. – 204 с.

АНАДРОМНАЯ НЕРКА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ: СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ

^{1,2}Христофорова Н. К., ³Данилин Д. Д., ⁴Литвиненко А. В.,
¹Коваль Г. В., ¹Катакинова Е. А., ¹Ржечицкая К. Е., ⁴Салимзянова К. Р.

¹ ФГАОУ ВО «ДВФУ», Институт Мирового океана, Владивосток, Россия, e-mail: more301040@gmail.com,

² ФГБНУ «ТИГ» ДВО РАН, Владивосток, Россия,

³КФ ФГБНУ «ТИГ» ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия,

⁴ ФГБОУ ВО «СахГУ», Институт естественных наук и техносферной безопасности, Южно-Сахалинск, Россия

Аннотация. Получены первые данные о микроэлементном составе анадромной нерки из двух восточных заливов Камчатки – Авачинского и Камчатского. Информация о нерке сравнивалась с данными о горбуше, нагуливавшейся в океане и в Японском море. Как оказалось, самыми минорными элементами в восточно-камчатской нерке были Ni и Pb, в то время как горбуша, нагуливавшаяся в океане, отличалась высокой концентрацией Pb, а горбуша, нагуливавшаяся в Японском море, характеризовалась наибольшими количествами Zn и Cu, а также повышенными концентрациями Ni, по сравнению с лососями из разных мест.

Ключевые слова: тяжелые металлы, нерка восточно-камчатских заливов, горбуша Сахалино-Курильского региона

ANADROMOUS SOCKEYE SALMON IN EASTERN KAMCHATKA: MICROELEMENT CONTENT IN ORGANS AND TISSUES

^{1,2} Khristoforova N. K., ³ Danilin D. D., ⁴ Litvinenko A. V., ¹ Koval G. V., ¹ Katakina E. A., ¹ Rzhechitskaya K. E., ⁴ Salimzyanova K. R.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education “Far Eastern Federal University”,
Institute of the World Ocean, Vladivostok, Russia, e-mail: more301040@gmail.com,

² Federal State Budgetary Scientific Institution “Pacific Institute of Geography” of the Far Eastern Branch of the
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia,

³ Kamchatka branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Pacific Institute of Geography” of the Far
Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia,

⁴ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Sakhalin State University”, Institute of Natural
Sciences and Technosphere Safety, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Annotation. The first data on the microelement composition of sockeye salmon from the eastern bays of Kamchatka have been obtained. Ni and Pb are the most minor elements in these salmon, while in pink salmon feeding in the ocean, a high concentration of Pb was found, and in pink salmon feeding in the Sea of Japan, along with Zn and Cu, in the largest amounts, compared with salmon from different places, Ni is present.

Key words: heavy metals, sockeye salmon from East Kamchatka bays, pink salmon from the Sakhalin-Kuril region.

Тихоокеанские лососи рода *Oncorhynchus* включают в себя 6 видов: горбушу, кету, нерку, кижуча, чавычу и симу. Горбуша, кета и нерка обеспечивают основной объем промысла лососёвых в российских водах Пацифики. Хотя нерка в этой промысловой тройке занимает третье место по объему вылова, она обладает очень высокими вкусовыми качествами, популярна у потребителей и наиболее ценна. Особенностью биологии и экологии нерки является ее длительное и неопределенное пребывание, как в пресных водах, так и в морских. В реках и озерах она может задержаться от одного до двух–трех лет, а нагуливаться на морских пастбищах – от одного иногда до 4 лет [5,6], поэтому данный вид лососей наиболее труден для изучения и понимания источников, определяющих его микроэлементный состав.

В предыдущие годы в регионе Сахалина, Курильских островов и Приморья были наиболее детально исследованы горбуша и кета [1,2,7,8,9]. Выяснено, что большая часть рыб вы-

ходит на зимовку в океан через геохимически импактную зону, которую образуют Курильская гряда и Курило-Камчатский жёлоб. Курильские острова, благодаря наземному и подводному вулканизму, а также поствулканизму, поставляют в окружающую среду большой набор ионов металлов, а глубоководная впадина поддерживает высокую продуктивность за счет апвеллинга и подъема глубинных вод, содержащих биогенные и другие элементы таблицы Менделеева.

При изучении содержания тяжелых металлов в горбуше и кете установлено, что в высококормных водах геохимически импактной зоны лосося могут накапливать нежелательные токсичные элементы, такие как кадмий и особенно свинец. Поэтому важно следить за микроэлементным составом лососей, широко используемых в пищу. Оказалось, что часть популяций горбуши на зимовку в океан не выходит, а зимует в Японском море. И это можно выявить по микроэлементному составу рыбы. Маркером особей, нагуливавшихся в океане и проходивших через специфическую геохимическую зону, является свинец, высокие концентрации которого в органах и тканях лососей свидетельствуют об особом характере среды. Японское море, являясь закрытой акваторией, испытывает немалую антропогенную нагрузку, о чём может говорить повышенное содержание в гидробионтах цинка и меди, повышенное же содержание никеля в среде и организмах свидетельствует о сжигании углеводородов (которым никель сопутствует) как судами, так и береговыми ТЭЦ и котельными. Данные о содержании тяжёлых металлов в нерке, идущей из открытых вод на нерест, отсутствуют, и наше исследование позволяет получить первое представление о минеральном составе этого важного промыслового вида лососей во время его анадромной миграции. Выловленная в июле 2021 г. в прибрежных водах Восточной Камчатки нерка (21 особь из Авачинского залива и 14 особей из Камчатского залива) обрабатывалась на базе Камчатского филиала Тихоокеанского института географии РАН. Доставленные во Владивосток пробы органов и тканей нерки анализировались на содержание металлов на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-7000 в ЦКП ЦЛЭДГИС ТИГ ДВО РАН. Расчет результатов производился на сырую массу навески с использованием программы MS Excel. Концентрацию металлов выражали в мкг/г сырой массы как среднее значение \pm стандартное отклонение.

Таблица 1. Микроэлементы в органах и тканях лососей, мкг/г сырой массы ($m \pm \sigma$)

Органы и ткани	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	Fe
НЕРКА, Авачинский залив, 2021; Средняя масса ♀ 1665±541 г; ♂ 1558±262 г						
Мышцы	5,33±0,63	0,62±0,13	0,43±0,09	0,010±0,007	0,10±0,08	7,91±3,35
Печень	47,18±5,51	260,71±95,31	0,39±0,19	1,310±0,560	0,22±0,09	250,29±73,17
Семенники	18,63±1,35	0,91±0,12	0,31±0,18	0,011±0,005	0,34±0,06	7,62±3,22
Яичники	46,35±4,26	59,16±6,27	0,61±0,27	0,034±0,020	0,08±0,04	33,63±7,16
НЕРКА, Камчатский залив, 2021; Средняя масса ♀ 2037±469 г; ♂ 2950±207 г						
Мышцы	6,20±2,28	0,99±0,37	0,31±0,15	0,006±0,003	0,16±0,06	6,85±4,42
Печень	41,4±9,38	173,57±88,93	0,33±0,12	0,820±0,650	0,21±0,08	171,52±55,71
Семенники	20,89±3,66	1,69±0,77	0,28±0,15	0,014±0,008	0,27±0,09	25,34±6,49
Яичники	40,70±11,03	60,84±12,47	0,32±0,15	0,010±0,006	0,21±0,06	23,37±6,42
ГОРБУША, Сахалин, р. Фирсовка, 2016 [4]						
Мышцы	1,74±0,06	0,20±0,04	0,09±0,01	0,080±0,000	0,59±0,05	Не опред.
Печень	2,86±0,06	0,28±0,01	0,13±0,01	0,190±0,020	0,92±0,4	Не опред.
Семенники	2,76±0,02	0,26±0,01	0,11±0,01	0,120±0,010	0,87±0,01	Не опред.
Яичники	2,51±0,06	0,25±0,02	0,12±0,01	0,110±0,020	0,82±0,04	Не опред.
ГОРБУША, Сахалин, залив Анива, 2019 [4]						
Мышцы	6,45±0,89	0,21±0,16	0,83±0,17	0,008±0,008	0,15±0,03	4,7±1,0
Печень	37,29±6,72	44,20±28,69	0,77±0,25	0,570±0,307	0,19±0,06	84,7±31,4
Семенники	16,57±1,32	0,29±0,13	0,71±0,24	0,016±0,001	0,24±0,05	9,8±2,8
Яичники	24,55±2,19	5,39±0,27	1,20±0,17	0,006±0,012	0,25±0,07	22,1±2,2

ПДК (мкг/г сырой массы) для морепродуктов: Pb – 1.0, Cd – 0.2 мкг/г [3].

В представленной ниже таблице для лучшего понимания влияния мест нагула на микроэлементный состав лососей проведено сравнение содержания ионов тяжелых металлов в камчатской нерке и в сахалинской горбуше из зал. Терпения (р. Фирсовка) и зал. Анива.

Для нерки из Авачинского и Камчатского заливов характерны свои особенности в микроэлементном составе, связанные как с условиями роста молоди в пресноводный период жизни, так и с локациями морского нагула. Разные уровни концентраций ионов металлов в лососях отражают географические вариации в среде.

Как видно, в наибольших количествах металлы концентрируются в печени, что не является неожиданностью и, очевидно, связано с её функциональной ролью органа-аккумулятора и детоксикатора. В то же время, независимо от места вылова нерки, наименьшие концентрации микроэлементов наблюдаются в мышечных тканях.

Железо, медь и цинк – это те элементы, которые занимают первые ранговые места в минеральном составе рыбы. Первый из них свидетельствует о терригенном влиянии. Fe может поступать в больших количествах в организм рыб в пресноводных водоёмах. Как и железо, медь и цинк являются необходимыми биоэлементами, но, помимо природного происхождения, они могут поступать с различными стоками, а также в результате их применения, особенно в быту, отражая техногенное и антропогенное воздействие на биотопы.

Существенные различия в содержании элементов проявляются между особями разного пола. В икре содержится в несколько раз больше Zn и особенно Cu, чем в семенниках самцов, что, очевидно, обусловлено их необходимостью для роста и развития потомства – будущих мальков.

Как следует из данных таблицы, анадромная нерка из Авачинского и Камчатского заливов имеет более высокие концентрации железа, меди и цинка, чем сахалинская горбуша, особенно пришедшая в р. Фирсовку, что может свидетельствовать о более интенсивной антропогенной и терригенной нагрузке на места выроста и нагула нерки. В печени, как нерки, так и горбуши, преобладает железо, самый распространенный в среде и биоте микроэлемент. Самым минорным, особенно по уровню содержания в мышцах, является кадмий. Однако он заметно аккумулируется в печени обоих видов рыб, превышая ПДК для морепродуктов в несколько раз. Низкая концентрация свинца у нерки дает основание полагать, что лососи не проходили через импактную зону и не нагуливались в прикурильских водах, а уходили в открытые воды (скорее всего, Берингова моря) из своих заливов и в них же возвращались перед заходом в реки. Химический анализ проб горбуши, выловленной в Фирсовке, свидетельствуют о ее зимовке в океане. В горбуше же из зал. Анива, зимующей в Японском море, выявлено высокое содержание Zn, Cu, а также Ni, что говорит и об антропогенной нагрузке на акваторию этого замкнутого моря и о высоком трафике судов, работающих на углеводородном топливе [4]. Следовательно, на представителях нерки из двух восточнокамчатских заливов сказалось антропогенное и терригенное, а также вулканогенное, влияние. Таким образом, выполненные ранее исследования по горбуше и первые данные по анадромной восточно-камчатской нерке позволяют предположить, что районы их нагула не совпадают и условия среды по-разному влияют на формирование минерального состава этих видов рыб.

Список литературы

1. Литвиненко А. В., Христофорова Н.К. Отражение геохимических условий среды на микроэлементном составе тихоокеанских лососей // Сборник VIII Международной научной конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» в рамках Балтийского морского форума. 2020. Калининград. С. 139–147.
2. Литвиненко А. В., Христофорова Н.К., Цыганков В. Ю., Ковальчук М. В. Микроэлементный состав западносахалинской кеты // Сб. Междунар. науч. конф., посвящ. 150-летию Севастопольской биол. станции — Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий» «Изучение водных и наземных экосистем: история и современность». 2021. Севастополь. С. 403.

3. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Москва: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002. 156 с.
4. Христофорова Н. К., Литвиненко А. В., Цыганков В. Ю., Ковальчук М. В. Сравнение микроэлементного состава горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792 из Сахалино-Курильского региона и Японского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: матер. Междунар. конф. (Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2018 г.). Петропавловск-Камчатский: изд-во «Камчатпресс», 2018. С. 386–390.
5. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: монография. - Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. - Т. 1. - 481 с.
6. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: монография. - Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. - Т. 2. - 473 с.
7. Khristoforova N.K., Litvinenko A.V., Tsygankov V.Yu., Kovalchuk M.V., Erofeeva N.I. The trace-element content in the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) from the Sakhalin-Kuril region // *Russian Journal of Marine Biology*. 2019. vol. 45. № 3. pp. 221-227.
8. N. K. Khristoforova, A.V. Litvinenko, V. Yu. Tsygankov, M. V. Kovalchuk, N.I. Erofeeva. Trace Elements Content in the Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792) From Sakhalin-Kuril Region // Doc. rep. on the Second NPAFC-IYS Workshop on Salmon Ocean Ecology in a Changing Climate, Tech. Rep. 15 (May 18–20, 2019; Portland, Oregon, USA). P. 59–62.
9. A.V. Litvinenko, N. K. Khristoforova, V. Yu. Tsygankov, and M. V. Kovalchuk. Comparative characteristics of the trace elemental composition of Chum Salmon *Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792 from the Sea of Japan and the sea of Okhotsk// *Marine Biological Journal*. 2021. vol.6. no.4. pp.92–104 <https://doi.org/10.21072/mbj.2021.06.4.08>

СТАЦИОНАРЫ ИНСТИТУТА СТЕПИ УрО РАН И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЭКОЛОГО- ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕГИОНЕ

Чибилев А.А., Вельмовский П.В., Грудинин Д.А.

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

Аннотация. В настоящее время в структуре Института степи УрО РАН действует два стационара – «Бузулукский бор» и «Оренбургская Тарпания», организованные с целью создания условия для проведения и качественного выполнения фундаментальных и прикладных исследований в рамках основных научных направлений института.

Ключевые слова: стационар, фундаментальные и прикладные исследования, Оренбургская область, Институт степи.

FIELD RESEARCH CENTERS OF THE INSTITUTE OF THE STEPPE OF UB RAS AND THEIR SIGNIFICANCE FOR ORGANIZATION OF FUNDAMENTAL AND APPLIED OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL RESEARCH IN THE REGION

Chibilev A.A., Velmovsky P.V., Grudin D.A.

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

Annotation. Currently, the structure of the Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences has two field research centers – “Buzuluksky Bor” and “Orenburg Tarpania”, organized in order to create conditions for the conduct and high-quality implementation of fundamental and applied research within the main scientific areas of the institute.

Key words: field research center, fundamental and applied research, Orenburg region, Institute of the Steppe.

В XX веке в институтах АН СССР была создана сеть стационаров и биостанций, которые обеспечивали фундаментальные и прикладные исследования в области наук о Земле и биологических науках. В Уральском отделении РАН научные стационары являются важной частью значительной части академических институтов, ведущих исследования в сфере естественных наук.

В 1987 году в структуре Института экологии растений и животных УрО АН СССР было создано первое подразделение географического профиля – лаборатория ландшафтной экологии, которая заложила основы для организации будущего Института степи УрО РАН [1]. В соответствии с Постановлением РАН от 10 сентября 1996 г. № 142 и Распоряжением Президиума УрО РАН от 21 ноября 1996 г. № 134 Институт создан в городе Оренбурге на базе Отдела степного природопользования Института экологии растений и животных (ИЭРиЖ УрО РАН, г. Екатеринбург) с целью комплексного изучения степей Северной Евразии как единого географического и историко-культурного пространства.

В настоящее время структура института включает в себя шесть подразделений – четыре отдела: ландшафтной экологии, степеведения и природопользования, социально-экономической географии, природно-техногенных геосистем и два стационара: «Бузулукский бор» и «Оренбургская Тарпания».

Стационары «Бузулукский бор» и «Оренбургская Тарпания» являются структурными подразделениями Института степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО

РАН) – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского Федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук. Деятельность стационаров регламентируется Уставом ОФИЦ (утверждён приказом Минобрнауки РФ от № 51 от 11.02.2019 г.), Положением об Институте (утверждено ВРИО директора ОФИЦ УрО РАН от 28.03.2019 г.) и Положениями о стационарах. Общее руководство стационарами осуществляется директором института, в свою очередь непосредственное управление осуществляют заведующие стационарами [2, 3].

Основной целью деятельности стационаров является создание условий для проведения и качественного выполнения фундаментальных и прикладных научных исследований (экспедиционных полевых наблюдений и экспериментов) в рамках основных научных направлений ИС УрО РАН:

- разработка научных основ общего и исторического степневания, степного природопользования и землеустройства;
- изучение ландшафтного и биологического разнообразия, объектов природного и историко-культурного наследия и разработка научных основ заповедного дела в степной зоне Евразии и Уральском регионе;
- изучение морфологии, структуры и динамики ландшафтов на основе информационных технологий для целей мониторинга и прогнозирования.

Основными задачами стационаров являются:

- формирование и содержание экспериментальных площадок плодово-ягодных насаждений и коллекций растений;
- формирование и содержание коллекций диких степных животных и аборигенных пород домашнего скота степной зоны, изучение их экологии, процессов реинтродукции и реаклиматизации (стационар «Оренбургская Тарпания»);
- расширение и углубление взаимодействия академической науки и высшего образования;
- развитие научного сотрудничества с научными учреждениями Министерства науки и высшего образования и другими заинтересованными сторонами;
- оказание научно-методической и учебно-информационной помощи государственным и муниципальным органам власти, предприятиям и организациям всех форм собственности и отраслей хозяйства РФ;
- выполнение представительских, эколого-просветительских и эколого-туристических функций, в том числе проведение научных мероприятий, мероприятий, направленных на экологическое просвещение, популяризацию научных знаний, прежде всего в отношении учащейся молодежи, проведение учебных практик и экскурсий для школьников и студентов.

Стационары являются центром базирования экспедиций института и располагаются на территории Оренбургской области (*рисунки 1*).

Стационар «Бузулукский бор». Организован в 2004 году в соответствии с решением Ученого совета ИС УрО РАН от 18 февраля 2004 года протокол № 2 «О создании стационара «Бузулукский бор» и согласно Приказа директора ИС УрО РАН от 28 февраля 2004 года № 1 «О создании стационара». В качестве самостоятельного структурного подразделения действует с 10 января 2006 года на основании приказа директора ИС УрО РАН № 1 «О включении в действующую структуру ИС УрО РАН».

Стационар расположен в пределах лесного массива «Бузулукский бор» на территории поселка Партизанский Бузулукского района Оренбургской области, на площади около 0,44 га, переданной на основании Распоряжения от 25.10.2005 г. № 1538 Администрации Бузулукского района Оренбургской области «О предоставлении земельного участка ИС УрО РАН (*рисунки 2*).



Рисунок 1. Расположение стационаров Института степи Уро РАН.
Условные обозначения: 1 – стационар «Бузулукский бор», 2 – стационар «Оренбургская Тарпания».

На территории стационара располагается экспериментальная (опытная) площадка плодовых насаждений, заложенная в 2007 году, с целью наблюдения за садовыми насаждениями, маточником и питомником ключевых подвоев и изучения адаптации к почвенно-климатическим условиям региона аборигенных и интродуцированных плодово-ягодных культур в пределах лесного массива Бузулукский бор и прилегающих территориях.

Основными направлениями и темами научно-исследовательской работы с участием стационара являются:

- исследования современного состояния орнитофауны лесного массива Бузулукский бор и сопредельных территорий;
- выявление, мониторинг, систематизация сведений и изучение особенностей местообитания редких видов растений;
- изучение современных русловых перформирований и развития флювиальной боковой эрозии реки Боровки и её притоков;
- проблемы сохранения старовозрастных реликтовых сосняков лесного массива Бузулукский бор;
- ландшафтно-экологический мониторинг в зоне воздействия бывшей и вновь создаваемой инфраструктуры нефтегазовых месторождений;
- разработка принципов и методов экологической оценки ландшафтов Бузулукского бора, выявление роли природных и антропогенных факторов;
- разработка предложений по изменению функционального зонирования национального парка «Бузулукский бор» [4].

В настоящее время формируется новое направление – дендрохронологические исследования, целью которого является создание сети дендрохронологических тест-полигонов в пределах лесного массива Бузулукский бор и на сопредельных территориях для последующего

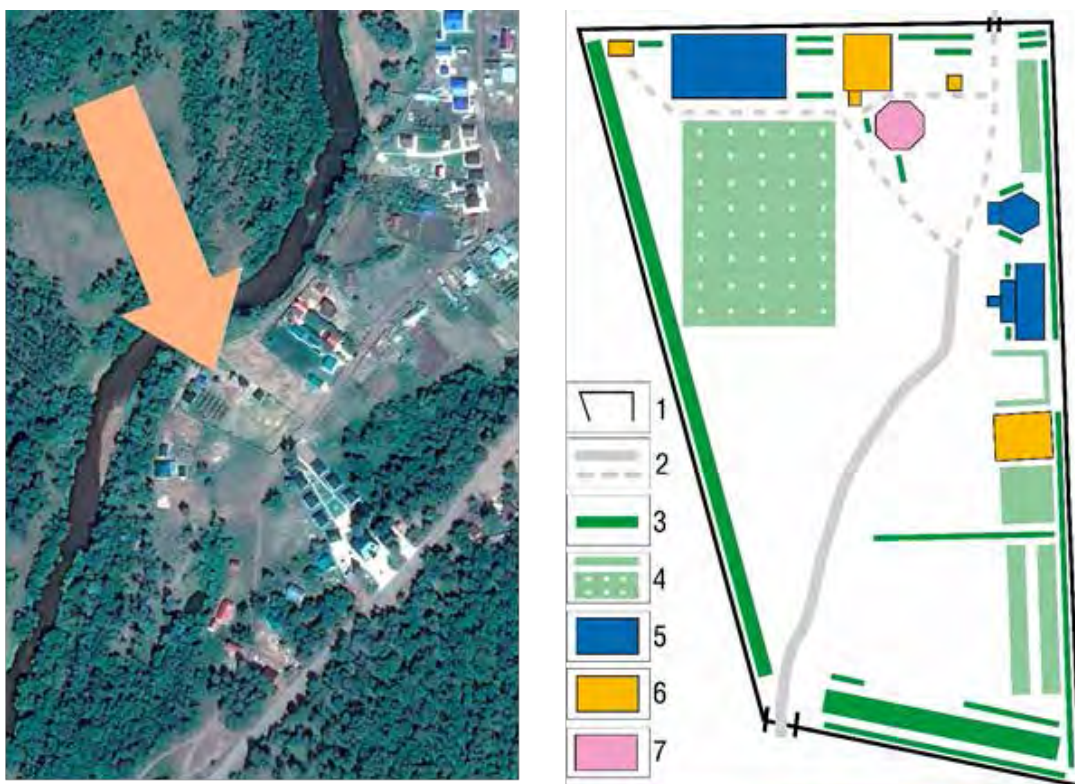


Рисунок 2. Стационар «Бузулукский бор» Института степи Уро РАН.

Условные обозначения: 1 – периметр территории, 2 – транспортные пути, 3 – древесно-кустарниковые насаждения, 4 – экспериментальные (опытные) площадки плодово-ягодных насаждений, 5 – жилые помещения, 6 – хозяйственные помещения; 7 – бытовые постройки.

изучения радиального прироста сосны обыкновенной и его связи с изменчивостью климатической обстановки (климатических условий) в различных условиях произрастания.

Стационар «Оренбургская Тарпанья». Создан в 2016 году в соответствии с решением Ученого совета ИС УрО РАН от 29 июня 2016 года протокол № 6 «Об организации стационара (включения в структуру ИС УрО РАН)» и согласно Приказа директора ИС УрО РАН от 14 октября 2016 года № 14 «О создании стационара».

Стационар располагается юго-восточнее поселка Сазан Беляевского района Оренбургской области на территории площадью 35 га переданного в постоянное (бессрочное) пользование на основании Постановления от 14 июня 2016 года № 45-п Администрации Муниципального образования Буртинский сельсовет Беляевского района Оренбургской области « О предоставлении земельного участка ИС УрО РАН в постоянное (бессрочное) пользование...» (рисунок 3).



Рисунок 3. Стационар «Оренбургская Тарпания» Института степи Уро РАН.
Условные обозначения: 1 – административная часть, 2 – хозяйственная часть, 3 – вольеры для полувольного содержания.

На стационаре содержится коллекция диких степных животных и аборигенных пород домашнего скота степной зоны, которая включает следующие виды: двугорбый верблюд (*Camelus bactrianus* Linnaeus, 1758), кианг (*Equus kiang* Moorcroft, 1841), лошадь Пржевальского (*Equus ferus przewalskii* Poliakov, 1881), домашний як (*Bos grunniens* Linnaeus, 1766), коза домашняя (*Capra hircus* Linnaeus, 1758). Также заложена экспериментальная площадка плодово-ягодных насаждений и коллекций растений [5, 6].

Сотрудниками стационара осуществляются научно-исследовательские работы по следующим темам:

- мониторинг эндопаразитов и эктопаразитов реинтродуцируемых животных, как фактора эффективности процесса акклиматизации в степной зоне;
- профилактика распространения инфекционных и паразитарных заболеваний в пунктах интродукция и реинтродукции животных;
- выявление влияния реинтродуцируемых животных на отдельные элементы биогеоценозов степной зоны.

Все годы своего существования стационары ИС УрО РАН играют немаловажную роль в его научно-исследовательской деятельности. Стационары традиционно служат опорными базами для проведения комплексных исследований в содружестве с учеными других академических и отраслевых институтов и учебных заведений.

Но роль стационаров не ограничивается только исследовательскими задачами. Одними из важных сфер деятельности стационаров являются научно-организационная и просветительская деятельность. Стационары являются местом проведения научных мероприятий (конференций, школ-семинаров и т.п.), центром базирования международных и академических экспедиций организаций Российской академии наук и комплексных полевых практик студентов ВУЗов Российской Федерации и Республики Казахстан, экскурсий школьников, получающих свой первый исследовательский опыт. Развивая традиции просветительской деятельности, на территории комплекса Оренбургская Тарпания заложена геологическая аллея, в которой представлены образцы уникальных пород разных геологических эпох, встречающиеся в пределах области.

В целях информирования и популяризации деятельности стационаров ведутся разделы на официальном сайте ИС УрО РАН: стационар «Бузулукский бор» – <http://orensteppe.org/buzbor>, стационар «Оренбургская Тарпания» – <http://orensteppe.org/tarpaniya>. Раздел включает в себя следующие подразделы: новости, публикации, пресса, библиотека, персоны, фотоматериалы и фотоархивы, картографические материалы, сотрудничество. Осуществляется информационное взаимодействие с Оренбургским отделением Русского географического общества. С 2008 года издаются Труды стационара «Бузулукский бор».

Стационары института являются важной и неотъемлемой частью деятельности Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН. Их значимость в решении многих фундаментальных и прикладных вопросов биологических наук, географии, рационального природопользования и природоохранной деятельности направления подтверждается научными публикациями. Стационары имеют высокий образовательный и просветительский потенциал в сфере природоохранной деятельности.

Литература

1. Савинова Т. Н., Рябуха А.Г. Институт степи Уральского отделения РАН: история становления современного степеведения // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016. Т. 16. № 4. С. 221-225. DOI 10.18500/1819-7663-2016-16-4-221-225.
2. Положение о стационаре «Бузулукский бор» ИС УрО РАН – обособленного структурного подразделения ОФИЦ УрО РАН. Оренбург. 2020. 5 с.
3. Положение о стационаре «Оренбургская Тарпания» ИС УрО РАН – обособленного структурного подразделения ОФИЦ УрО РАН. Оренбург. 2020. 5 с.
4. Чибилёв А.А., Вельмовский П.В., Кин Н.О., Чибилёв А.А. мл., Камышова Л.В. Бузулукский бор: эколого-экономическое обоснование организации национального парка «Бузулукский бор» / Труды филиал-стационара ИС УрО РАН «Бузулукский бор». Том I. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 186 с. ISBN: 5-7691-1900-4.
5. Левыкин С.В., Казачков Г.В., Яковлев И.Г. История и перспективы Оренбургской Тарпании как ключевого объекта концепции социально-экологической реабилитации степей // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 175-179. DOI 10.24411/9999-006А-2019-11527.
6. Левыкин С.В., Казачков Г.В., Яковлев И.Г., Грудинин Д.А. Концепция развития стационара «Оренбургская Тарпания» в свете стратегии рационального природопользования степных регионов России // Трешниковские чтения – 2021. Современная географическая картина мира и технологии географического образования: Мат-лы всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участ. Ульяновск: УлГПУ И.Н. Ульянова, 2021. С. 43-44.

ОЗЕРНЫЕ И ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ДОЛИНЕ Р.РУДНАЯ

Шулькин В.М.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация: Проведен сравнительный анализ особенностей техногенных геохимических аномалий в прибрежно-морских донных отложениях б. Рудной и в верхнем слое отложений оз. Васьковского, находящихся под влиянием флювиогенного и, соответственно, атмосферного поступления тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду за счет горно-рудной активности.

Ключевые слова: донные отложение, загрязнение тяжелыми металлами, горно-рудный техногенез, флювиогенный и атмосферный привнос.

LACUSTRINE AND COASTAL BOTTOM SEDIMENTS AS AN INDICATOR OF TECHNOGENIC LOAD IN THE RUDNAYA RIVER VALLEY

Shulkin V.M.

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences

Abstract. A comparative analysis of the features of technogenic geochemical anomalies in the coastal-marine bottom sediments of the Rudnaya Bight, and in the upper layer of deposits from Vaskovsky Lake was carried out. Both environments are under the influence of fluvio-genic and, at-mo-spheric intake of heavy metals entering the environment due to mining activity.

Key words: bottom sediments, heavy metal pollution, mining influence, fluvio-genic and at-mo-spheric loads

Введение

Долина р.Рудная, расположенная на восточном макросклоне центрального Сихотэ-А-линя, является одним из наиболее неблагоприятных районов Дальнего Востока РФ с точки зрения качества среды. Это обусловлено сосредоточением здесь горнорудных и горно-химических предприятий деятельность которых сопровождается выбросами в атмосферу и стоками в речную сеть значительного количества тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu, Hg) в различных формах [1, 2]. Поэтому многие компоненты ландшафтов долины р. Рудная, а также прилегающей морской акватории характеризуются повышенной концентрацией ряда металлов, прежде всего Pb, Zn, и Cd [3]. При этом не всегда удается дифференцировать пути и механизмы, а также определить динамику техногенной нагрузки на различные компоненты геосистем, что необходимо для оптимизации мер по предотвращению негативного воздействия и улучшению обстановки. Современные донные отложения являются одним из наиболее удобных объектов для изучения пространственно-временной изменчивости результатов геохимических процессов в зоне гипергенеза, в том числе вызванных хозяйственной деятельностью. Поэтому целью данной работы является демонстрация возможностей использования верхнего (0-2 см) слоя прибрежно-морских отложений бухты Рудная и прилегающих акваторий для оценки влияния на них техногенной нагрузки стока р.Рудная [4], а также сравнение с данными по химическому составу верхнего 50 см слоя донных отложений озера Васьковского, позволяющими оценить динамику хозяйственной активности и природно-климатических условий за последние 160-180 лет [5].

Материалы и методы

Прибрежно-морские отложения, представленные песками в бухте и алевролитами или заиленным галечником за её пределами, отбирали дночерпателем Ван-Вина в июне 1987 г, т.е. в период максимального уровня горно-рудного производства. Фракция < 0,1 мм из верхнего 2 см слой анализировалась методом ААС, в том числе с выделением легкоподвижных, сульфидных и инертных минеральных геохимических форм Zn, Cu, Pb, Cd, Pb, Mn. Акватория опробования включала непосредственно б. Рудную, ограниченную изобатой 20 м, и более мористую часть до изобаты 50-60 м, где донные отложения представлены заиленными галечниками, а также акваторию к югу от бухты, где доминируют заиленные пески (рис. 1а).

Озеро Васьковское, расположено в правом ответвлении нижней части долины р. Рудная (рис. 1а), и представляет собой удобный модельный объект для характеристики уровня аэраль-ного загрязнения, поскольку изолировано от прямого влияния стока реки. Отложения оз. Васьковского были изучены в 50 см колонке, отобранной прямооточной трубкой Kadjak, обеспечивающей отбор придонного слоя воды и предотвращение размывания верхнего слоя грунта. Колонка была отобрана в июле 2012 в наиболее глубокой части котловины и изучена послойно через 2 см с определением $C_{\text{опт}}$, Hg, Zn, Cu, Pb, Cd, Fe, Mn. Кроме того, была определена скорость накопления верхнего слоя осадков, которая судя по экспоненциальному убыванию ^{210}Pb , составляла в течение последних 150-180 лет 2.67 ± 0.26 мм/год и была достаточно равномерна.

Результаты и обсуждение

В акватории прилегающая к б. Рудной выделяются 4 района с точки зрения градиента антропогенного воздействия с суши: 1) непосредственно б. Рудная, где накапливается основная масса твердого стока одноименной реки, 2) акватория к северу от бухты, где влияние выносов р. Рудной должно быть минимально вследствие доминирования Приморского течения, идущего с севера на юг, 3) акватория к востоку от б. Рудной, где на глубинах 40-50 м залегают заиленные гравийно-галечные отложения, 4) осадки к югу от б. Рудной, где возможен транспорт загрязняющих веществ с севера под влиянием Приморского течения. Донные отложения представлены комплексом алевро-песчаных и гравийно-галечных отложений с различной степенью заиленности. Дисперсионный анализ показал, что при выделении 4 групп осадков из этих районов (Табл. 1), изменчивость микроэлементного состава между группами значимо выше, чем изменчивость в пределах групп, то есть их выделение статистически значимо [4].

Повышенные концентрации всех изученных металлов в донных осадках акваторий, прилегающих к б. Рудной, значимо коррелируют друг с другом. С учетом высокого содержания металлов в исходном материале твердого стока р. Рудной, это позволяет однозначно считать, что повышение концентрации металлов в прибрежно-морских отложениях района обусловлено разном по акватории материала речного стока.

Для оценки суммарного загрязнения группой металлов были вычислены кларки концентраций Zn, Cu, Pb и Cd для каждой пробы осадков $KK = C_i / C_{\phi}$ и суммарный кларк концентрации $KK_{\Sigma} = \sum KK/n$, где n – число рассматриваемых металлов, в данном случае 4. В пределах б. Рудной величины KK_{Σ} составляют 20-50, то есть загрязненность осадков бухты в 20-50 раз выше фона. 10-кратное обогащение наблюдается на удалении 5 км от б. Рудной, 5-кратное – отмечается на расстоянии до 25 км к югу, практически до б. Зеркальной. В тоже время на север распространение загрязненных осадков с 5-кратным KK_{Σ} ограничено 2-3 км (Рис.1а). Причиной подобного распределения металлов, выносимых р. Рудной, является Приморское течение, направленное с севера на юг и ограничивающее распространение загрязняющих веществ на север.

Главной особенностью форм нахождения металлов в твердом стоке р. Рудной, то есть в исходном флювиогенном материале, является преобладание геохимически подвижных форм.

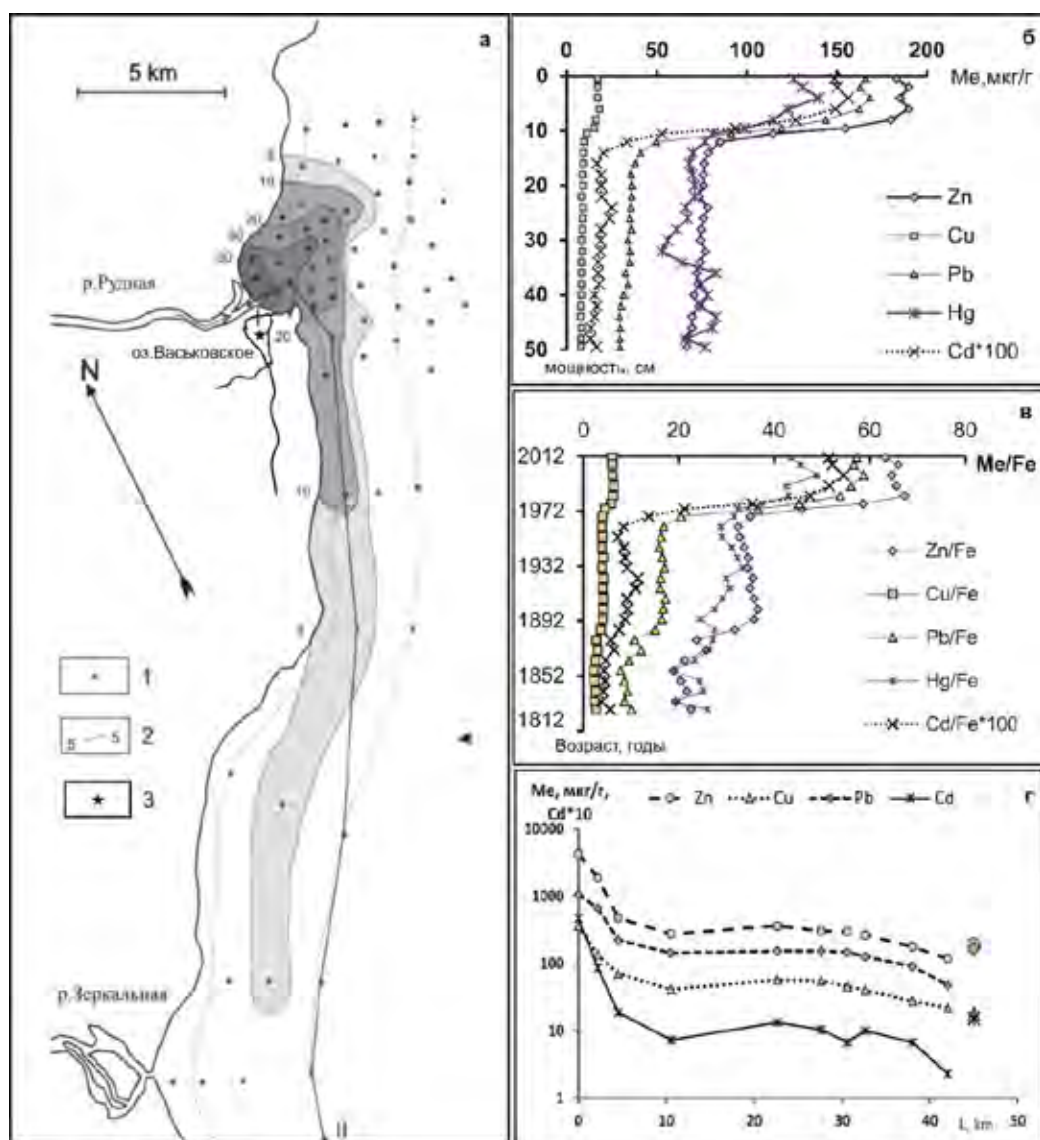


Рисунок 1. (а) Схема отбора проб морских (1) и озерных (3) донных отложений с изолиниями суммарных кларков концентраций (2); (б) распределение металлов в колонке отложений оз.Васьковское; (в) распределение концентрации металлов, нормализованных по Fe, в слоях различного возраста; (г) изменение концентрации металлов в прибрежно-морских донных отложениях по профилю I-II по сравнению с верхним слоем озерных осадков (крупные значки справа).

При этом для Pb, Cd и Zn доминируют сорбированные формы и связанные с гидроксидами железа, в то время как для Cu преобладают сульфидные формы. В осадках б.Рудной роль сульфидных форм уменьшается в ряду $Cu > Zn > Cd > Pb$ в соответствии с изменением механической устойчивости в ряду минералов-носителей этих элементов: халькопирит > сфалерит > галенит (основным минералом носителем Cd является сфалерит ZnS). С удалением от устья реки происходит уменьшение не только общей концентрации (рис. 1в), но доли подвижных форм, и литогенные, геохимически инертные формы начинают преобладать для Zn, Cu и Cd. Доля литогенных форм Pb также возрастает, но преобладание подвижных форм сохраняется в пределах всей зоны аномальных концентраций и даже за её пределами.

Несмотря на отсутствие возможности поступления флювиогенного техногенного материала на акваторию оз.Васьковское, концентрация Cd, Pb, Zn в верхнем 10 см слое донных отложений озера в 5-7 раз выше, чем в осадках нижней части колонки, залегающих на глубине

40-50 см. По Hg, Cu, Mn обогащение верхнего слоя также очевидно, но не столь значительно (2-3 раза) (рис. 1б). Повышенная концентрация халькофильных металлов, способных к аэраль-ной миграции при используемых горно-рудных технологиях, доказывает атмосферный характер геохимической аномалии, наблюдаемой в верхнем слое озерных отложений.

Знание скорости осадконакопления позволяет соотнести слои колонки их возрасту (рис. 1в) и констатировать, наиболее значительное обогащение донных отложений Pb, Zn, Cd, Hg после 1960 г. После 1983-1990 гг. накопление металлов продолжалось, но с значительно меньшей скоростью, и достигало максимума в осадках, соответствующих 1998 г. В более молодых отложениях, слагающих верхний 3 см слой, концентрация Zn, Pb, Cu оставалась на одном уровне, а Hg и Cd даже уменьшалась на 5-8% относительно максимума (рис. 1б). Учет природных факторов, прежде всего, вариаций гранулометрического состава, путем нормализации концентрации халькофильных металлов относительно Fe, позволил выделить ещё один рубеж в конце XIX века, когда началось освоение долины р. Рудная переселенцами из европейской части России (рис. 1в). Очевидно, это сопровождалось некоторой эмиссией металлов (Pb, Zn, Cu), которую можно косвенно зарегистрировать по химическому составу озерных донных отложений несмотря на практическое отсутствие горнорудной деятельности.

Динамика производственной активности горно-рудных предприятий в долине р. Рудная соответствует изменению концентрации Pb, Zn, Cd, Hg по колонке донных отложений оз. Васьковского в 1940-1990 гг. Это подтверждает происхождение аномалии состава отложений за счет аэрального техногенного загрязнения. Однако сохранение повышенной концентрации халькофильных металлов в верхнем 5-6 см слое, накопленном за последние 20 лет, когда интенсивность производства и аэрального загрязнения снизилось, указывает на возможность вторичного загрязнения за счет смыва металлов с водосбора озера [5].

Сравнение контрастности геохимических аномалий в прибрежно-морских отложениях, сформированных за счет разноса материала стока р. Рудная, и в отложениях оз. Васьковского, образовавшихся в результате осаждения аэральных загрязнений, показывает, что по концентрации Pb и Cd, а также, вероятно, Hg, т.е. по металлам с выраженной способностью к воздушной миграции, аэральная нагрузка не уступает по интенсивности выносу с речным стоком. В тоже время по Zn и Cu контрастность геохимической аномалии в прибрежно-морских отложениях проявлена сильнее и на большем расстоянии от потенциальных источников загрязнения. Это обусловлено доминированием поступления данных металлов в среду с твердой составляющей речного стока, где они находятся в составе относительно устойчивых минеральных форм.

Литература

1. Аржанова В.С. Влияние горнопромышленного техногенеза на речные воды // География и природные ресурсы. – 2010. – №1. – С. 39-44.
2. Елпатьевский П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах. – М.: Наука, 1993. – 253 с.
3. Шулькин В. М., Чернова Е. Н., Христофорова К., Коженкова С. И. Влияние горнорудной деятельности на изменение химического состава компонентов водных экосистем // Геоэкология, Инженерная геология, Гидрогеология, Геокриология. – 2014. – № 6. – С. 483–494.
4. Shulkin V.M. Pollution of the coastal bottom sediments at the Middle Primorie (Russia) due to mining activity // Environmental Pollution. – 1998. – V. 101. – P. 401–404.
5. Шулькин В.М. Техногенные и природные факторы, контролирующие состав донных отложений оз. Васьковское, восточный Сихотэ-Алинь. Тихоокеанская география. 2021. №2. 65-73.

СОДЕРЖАНИЕ

Алексеевко Н.А., Балдина Е.А. ПРОВЕДЕНИЕ СТУДЕНЧЕСКИХ ПРАКТИК НА НАУЧНЫХ СТАЦИОНАРАХ – ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ СБОРА МОНИТОРИНГОВЫХ ДАННЫХ	3
Баженова О.И., Тюменцева Е.М. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ХАРАНОРСКОМ СТАЦИОНАРЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗОВАННОСТИ ГЕОСИСТЕМ В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ	8
Баженова О.И., Тюменцева Е.М. РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ ЭОЛОВОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА В СТЕПЯХ ЮГА СИБИРИ	12
Банщикова Е.А. НАУЧНЫЙ ИНГОДИНСКИЙ ЛЕСНОЙ СТАЦИОНАР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ): ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	18
Болдескул А.Г., Кожевникова Н.К., Луценко Т.Н., Бурдуковский М.Л. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ (ВЕРХНЕ-УССУРИЙСКИЙ ЛЕСНОЙ СТАЦИОНАР ФНЦБ ДВО РАН)	22
Большаник П.В. ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ТЕРРИТОРИИ СТАЦИОНАРА ОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	26
В.Н. Бочарников, Базаров К.Ю., Е.Г. Егидарев. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СОПРЯЖЕННОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	30
Бровко П.Ф. МОРСКИЕ СТАЦИОНАРЫ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БЕРЕГОВОЙ МОНИТОРИНГ	35
Ван П.С. ГОДОВОЙ ХОД ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ КОМСОМОЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)	39
Ветрова В. П., Вяткина М. П., Казаков Н.В. РОССИЙСКО-ЯПОНСКИЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СТАЦИОНАРЕ «БОЛГИТ» КФ ТИГ ДВО РАН (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА) В 2003–2006 гг.	43
Воробьева И.Б. МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА БЕРЕЗОВСКОМ ЛЕСОСТЕПНОМ СТАЦИОНАРЕ (НАЗАРОВСКАЯ КОТЛОВИНА)	47
Гармаев Е.Ж., Андреев С.Г. ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАЦИОНАРОВ В БИП СО РАН: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	52
Гашкова Л.П. СТАЦИОНАРНЫЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА	57
Дряхлов А.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА СТАЦИОНАРОВ ТИХООКЕАНСКОГО ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ РАН ДВО	61
Дубынина С.С. РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИЗУЧЕНИИ ПРИЧИН И СЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОМАССЫ СТЕПНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЯ	68
Желибо Т.В., Банщикова Е.А. МОНИТОРИНГ ПИРОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ИНГОДИНСКОГО ЛЕСНОГО СТАЦИОНАРА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)	73
Казаков Н.В., Вяткина М.П., Ветрова В.П. О НАУЧНОМ ПОЛЕВОМ СТАЦИОНАРЕ «БОЛГИТ» КФ ТИГ ДВО РАН (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)	77
Ким В.И., Махинов А.Н., Остроухов А.В., Матвеев Д.В. ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ КРУПНЫХ ПАВОДКОВ ПРИ ПОМОЩИ БПЛА .	81

Кожевникова Н.К. ВЕРХНЕУССУРИЙСКИЙ СТАЦИОНАР КАК ПРИРОДНЫЙ ПОЛИГОН ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	83
Кулаков В.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	88
Луценко Т.Н., Лебедева Л.С., Шамов В.В. ИСТОЧНИКИ, КОНЦЕНТРАЦИИ, ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВОД МАЛОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ	92
Мальшев Ю.С. ВЫЯВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ ЯЧЕИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	96
Махинов А.Н., Ким В.И., Матвеев Д.В. ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА ВОДЫ НА МНОГОРУКАВНЫХ УЧАСТКАХ РУСЛА РЕКИ АМУР (ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)	101
Махинова А.Ф., Махинов А.Н., Shuguan Liu. НАВОДНЕНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ АМУР-УССУРИ: СТОК НАНОСОВ И МЕХАНИЗМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РУСЕЛ	105
Мишина Н.В. К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ЗАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ БАЗЫ ТИГ ДВО РАН «СМЫЧКА»	110
Назаров Н.Н., Белоусова А.П., Фролова И.В. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ И РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ГЕОСИСТЕМ МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И ВИЗУАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ (на примере Пермского Прикамья)	115
Потиха Е.В., Сутырина С.В. СИХОТЭ-АЛИНСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК КАК ПОЛЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	119
Пузаченко А.Ю., Власов А.А., Рыжков О.В. СТАЦИОНАРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ – ИСТОЧНИК НОВЫХ ЗНАНИЙ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	123
Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О. ПРОЯВЛЕНИЕ ЦУНАМИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ВОСТОЧНОГО ПРИМОРЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ: ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МАСШТАБ И ОЧАГИ	127
Самохвалов В.Л. МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООБЕНТОСА РЕК В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУПОЛ (ЧУКОТСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)	131
Семенов Ю.М. ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН	135
Симонов П.С., Симонов С.Б., Симонова Т.Л. СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ	140
Синюткина А.А., Коронатова Н.Г., Вишнякова Е.К., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П. ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСТПИРОГЕННОГО УЧАСТКА БОЛОТА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ	144
Сорокин П.С., Бочарников В.Н. КОНЦЕПЦИЯ МОРСКОЙ ДИКОЙ ПРИРОДЫ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ	148
Сорокин П.С. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ МОРСКОЙ ДИКОЙ ПРИРОДЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ЕЁ АКТУАЛЬНОСТЬ ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ	152

Ухов Н.В. МОНИТОРИНГ ПОЙМЕННЫХ ГЕОЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО БЬЕ-ФА ГЭС НА Р. КОЛЫМА	155
Ушаков М.В. О ПРОДОЛЖАЮЩЕМСЯ КРИЗИСЕ СТАЦИОНАРНОЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ	159
Христофорова Н.К., Данилин Д.Д., Литвиненко А.В., Коваль Г.В., Катакинова Е.А., Ржечицкая К.Е., Салимзянова К.Р. АНАДРОМНАЯ НЕРКА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ: СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ	162
Чибилев А.А., Вельмовский П.В., Грудинин Д.А. СТАЦИОНАРЫ ИНСТИТУТА СТЕПИ УРОРАН И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕГИОНЕ	166
Шулькин В.М. ОЗЕРНЫЕ И ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ДОЛИНЕ Р.РУДНАЯ	172

CONTENTS

Alekseenko N.A., Baldina E.A. EDUCATIONAL STUDENTS' PRACTICE AT SCIENTIFIC EXPEDITION STATIONS AS A WAY OF MONITORING DATA COLLECTING	3
Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M. PRACTICAL IMPLEMENTATION OF EXPERIMENTAL STUDIES AT THE KHARANOR STATION TO STUDY THE TIME ORGANIZATION OF GEOSYSTEMS IN THE STEPPES OF CENTRAL ASIA	8
Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M. THE ROLE OF STATIONARY STUDY OF AEOLIAN MIGRATION OF SUBSTANCE IN THE STEPPES OF THE SOUTERNE OF SIBERIA	12
Banshchikova E.A. SCIENTIFIC INGODINSK FOREST STATION (TRANS-BAIKAL TERRITORY): HISTORY OF CREATION AND RESEARCH DIRECTION	18
Boldesku1 A.G., N.K. Kozhevnikova, T.N. Lutsenko, M.L. Burdukovskii. CONTENT OF MICRO-ELEMENTS IN SOILS OF MOUNTAIN FOREST LANDSCAPE IN THE CENTRAL SIKHOTE-ALIN	22
Bolshanic P.V. LANDSCAPE STRUCTURE OF THE HOSPITAL TERRITORY OF OMSK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY	26
Bocharnikov V.N., Bazarov K.Yu., Egidarev E.G. GIS ANALITHICAL PROCESSING OF MATERIALS SETTLMENT PATTERN IN PRIMORSKY KRAI AT RECENT HISTORY AND NOWDAYS	30
Brovko P.F. MARINE SCIENTIFIC STATIONS: GEOGRAPHICAL RESEARCH AND COASTAL MONITORING	35
Van P.S. ANNUAL VARIATION OF SOIL TEMPERATURE IN THE CEDAR-BROAD-LEAVED FORESTS OF THE KOMSOMOLSKY NATURAL RESERVE (LOWER AMUR REGION)	39
Vetrova V.P., Vyatkina M.P., Kazakov N.V. RUSSIAN-JAPANESE BOTANICAL RESEARCHES AT THE STATION "BOLGIT" OF KF TIG FEB RAS (CENTRAL KAMCHATKA) IN 2003–2006 YEARS	43
Vorobyeva I.B. LONG-TERM INVESTIGATIONS OF THE DYNAMIC STATE OF FOREST-STEPPE AND STEPPE GEOSYSTEMS UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AT THE BEREZOVSKAYA FOREST-STEPPE STATION (NAZAROVSKAYA HOLLOW)	47
Garmaev E.Zh., Andreev S.G. EXPERIENCE IN THE CREATION AND USE OF SCIENTIFIC HOSPITALS IN THE BIP SB RAS: MAIN RESULTS	52
Gashkova L.P. STATIONARY BIOGEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE VASYUGAN MIRE	57
Dryakhlov A.G. USE IN ORGANIZATIONS OF FIELD PRACTICES OF STUDENTS OF GEOGRAPHERS OF THE FAR EASTERN FEDERAL UNIVERSITY OF HOSPITALS OF THE PACIFIC INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES FEB	61
Dubynina S.S. THE ROLE OF STATIONARY RESEARCH IN STUDYING THE CAUSES AND CONSEQUENCES OF CHANGES IN THE PRODUCTIVITY OF PHYTOMASS OF STEPPE GEOSYSTEMS OF SOUTHEASTERN TRANSBAIKALIA	68
Zhelibo T.V., Banshchikova E.A. MONITORING OF PYROGEN-DISTURBED FOREST ECOSYSTEMS AROUND INGODINSKY FOREST STATION (ZABAYKALSKY KRAI)	73
Vetrova V.P., Vyatkina M.P., Kazakov N.V. ABOUT THE SCIENTIFIC FIELD STATION «BOLGIT» OF KB PGI FEB RAS (CENTRAL KAMCHATKA)	77
Kim V.I., Makhinov A.N., Ostrouhov A.V., Matveenkov D.V. ASSESSMENT OF SHORELINE DEFORMATION DURING MAJOR FLOODS BY UAV	81

Kozhevnikova N.K. VERKHNEUSSURIYSKY EXPERIMENTAL STATION AS A NATURAL POLYGON FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH	83
Kulakov V.V. PROMISING TECHNOLOGIES FOR MONITORING GROUNDWATER AND SURFACE WATER AND PROCESSING STATIONARY OBSERVATION DATA	88
Lutsenko T.N., Lebedeva L.S., Shamov V.V. ORIGINS, CONCENTRATION AND ORGANIC MATTER FEATURES OF THE SMALL WATERSHED WATER OF THE CENTRAL YAKUTIA	92
Malyshev Yu.S. DETECTION OF DYNAMIC MULTILEVEL CELLULATION OF THE GEOGRAPHICAL ENVELOPE – A PERSPECTIVE DIRECTION OF THE DEVELOPMENT OF LONG-TERM STATIONARY INVESTIGATIONS	96
Makhinov A.N., Kim V.I., Matveenko D.V. REDISTRIBUTION OF THE WATER FLOW IN THE MULTI-BROWN SECTIONS OF THE AMUR RIVER BED (ACCORDING TO THE DATA OF STATION STUDIES)	101
Makhinov A.N., Makhinova A.F., Shuguan Liu. FLOODINGS ON TRANSBOUNDARY WATER BODIES OF THE AMUR-USSURI: SEDIMENT FLOW AND MECHANISMS OF POLLUTION OF COURTS	105
Mishina N.V. TO THE QUESTION OF SETTLEMENT AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TERRITORY AROUND SCIENTIFIC STATION “SMYCHKA” (PGI FEB RAS)	110
Nazarov N.N., Beloysova A.P., Frolova I.V. THE RESEARCH OF THE DYNAMICS AND DEVELOPMENT OF FOREST AND SWAMP GEOSYSTEMS BY METHODS OF AUTOMATED AND VISUAL INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGES (on the example of the Perm Prikamye)	115
Potikha Y.V., Soutyrina S.V. SIKHOTE-ALIN BIOSPHERE RESERVE AS A FIELD BASE FOR SCIENTIFIC RESEARCH AND ENVIRONMENTAL MONITORING	119
Puzachenko A.Yu., Vlasov A.A., Ryzhkov O.V. STATIONARY LONG-TERM STUDIES – SOURCE OF KNOWLEDGE AND AMBIGUITY	123
Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Kaistrenko V.M., Gorbunov A.O. TSUNAMI MANIFESTATION ON THE EASTERN PRIMORYE COAST IN THE HOLOCENE: SPATIAL-TIME SCALE AND EPICENTERS	127
Samokhvalov V.L. LONG-TERM INVESTIGATIONS OF ZOOBENTHOS IN THE RIVERS OF THE KUPOL GOLDFIELD REGION (CHUKOTKA AUTONOMOUS REGION)	131
Semenov Y.M. HISTORY, CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF STATIONARY GEOGRAPHICAL RESEARCH AT V.B. SOCHAVA INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF SB RAS	135
Simonov P.S., Simonov S.B., Simonova T.L. STATIONARY RESEARCH OF SMALL RODENTS IN PRIMORSKY KRAI	140
Sinyutkina A.A., N. Koronatova N.G., Vishnyakova E.K., Kosykh N.P., Mironycheva-Tokareva N.P. ASSESSMENT OF VEGETATION RESTORATION OF A POST-PYROGENIC BOG IN TOMSK REGION BASED ON SATELLITE AND GROUND DATA	144
Sorokin P.S., Bocharnikov V.N. THE CONCEPT OF MARINE WILDERNESS AND ITS SIGNIFICANCE IN GEOGRAPHICAL RESEARCH AND NATURE MANAGEMENT	148
Sorokin P.S. MARINE WILDERNESS IDENTIFICATION METHODOLOGY: WORLD EXPERIENCE AND ITS RELEVANCE FOR RUSSIAN FAR EASTERN SEAS	152
Ukhov N.V. MONITORING OF FLOODPLAIN GEOECOSYSTEMS OF THE UPPER AND LOWER BIEFA HPP ON THE KOLYMA R	155
Ushakov M.V. ON THE ONGOING CRISIS OF THE STATIONARY HYDROLOGICAL NETWORK IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA	159

Khristoforova N.K., Danilin D.D., Litvinenko A.V., Koval G.V., Katakinova E.A., Rzhechitskaya K.E., Salimzyanova K.R. ANADROMOUS SOCKEYE SALMON IN EASTERN KAMCHATKA: MICROELEMENT CONTENT IN ORGANS AND TISSUES	162
Chibilev A.A., Velmovsky P.V., Grudin D.A. FIELD RESEARCH CENTERS OF THE INSTITUTE OF THE STEPPE OF UB RAS AND THEIR SIGNIFICANCE FOR ORGANIZATION OF FUNDAMENTAL AND APPLIED OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL RESEARCH IN THE REGION	166
Shulkin V.M. LACUSTRINE AND COASTAL BOTTOM SEDIMENTS AS AN INDICATOR OF TECHNOGENIC LOAD IN THE RUDNAYA RIVER VALLEY	172

Научное издание

**РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ
В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник тезисов докладов
научной конференции

Объем 12.09.2022 г. Формат 60×84/8.
Усл. п. л. 20,7. Уч.-изл. 19,91. Заказ 17

Макет подготовлен ИП Миромановой И.В.
690106, г. Владивосток, ул. Нерчинская, 42-102

