

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА**

Географический факультет

**ИССЛЕДОВАНИЯ
МОЛОДЫХ ГЕОГРАФОВ**

Географический факультет МГУ – 2022

УДК 910
ББК 26.8
И88

*Печатается по решению Ученого совета географического
факультета Московского государственного университета
имени М. В. Ломоносова*

Рецензенты:

А.Ю. Александрова, докт. геогр. наук, профессор

Е.И. Голубева, докт. биол. наук, профессор

И88 Исследования молодых географов: сборник статей участников зимних студенческих экспедиций / Под ред. М.С. Савоскул, Н.Л. Фроловой. – М.: Издатель Ерхова И.М., 2022. – 204 с.

ISBN 978-5-6045279-8-6

Сборник рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области изучения природных объектов и использования их ресурсов, на аспирантов и студентов, изучающих закономерности изменения природной среды и общества, особенности природопользования и экологической безопасности.

Текст печатается в авторской редакции.

УДК 910

ББК 26.8

Фото на обложке:

Гвоздева А. В., кафедра метеорологии и климатологии, 2 курс.

ISBN 978-5-6045279-8-6

© Географический факультет МГУ, 2022

Подписано в печать 07.04.2022 г. Формат 60×84/16. Усл.печ.л. 11,86.
Заказ № 8. Тираж 50 экз.

Отпечатано с готового макета.

ИП Ерхова И.М. (ОГРНИП 319774600080241)

Тел.: 8 495 799-48-85. E-mail: apr-rpa@list.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Зимние студенческие экспедиции – важнейшая часть нашей факультетской жизни и всего географического университетского образования. Это одна из лучших наших традиций, которой мы заслуженно гордимся. Совместные исследования студентов и преподавателей в течение двух недель, работа в новых интересных, часто труднодоступных местах, сложные зимние условия, возможность познакомиться со студентами разных курсов и узнать много нового – все это дают зимние экспедиции НСО. Одна из важнейших составляющих – возможность получить новые научные результаты и опубликовать их. Работы проводятся в рамках научных тем кафедр, грантов РФФИ, РНФ, РГО, различных научных договоров. Студенты знакомятся с новыми приборами, методами полевых исследований в зимний период, общаются к анализу и обработке полученных научных результатов.

Представленные в данном сборнике статьи дают представление об актуальности проведенных исследований, имеют научную и практическую значимость. Экспедиции 2022 г. состоялись после перерыва, связанного с COVID-19, и значимость их организации возрастает во много крат.

Важной составляющей зимних экспедиций является научное общение между студентами, аспирантами и преподавателями, передача молодому поколению географов накопленного опыта исследований. Это особенно важно после стольких месяцев дистанционного формата обучения, который не может заменить «живой» научной дискуссии, без работы в поле не может сформироваться настоящий географ-исследователь. И в этом, безусловно, огромная заслуга преподавателей, сотрудников, аспирантов, на чьи плечи легла организация таких поездок. Несмотря на организационные сложности, почти все кафедры географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова провели экспедиционные исследования в январе 2022 года. А всего таких экспедиций было 17!

Большая роль в успехе таких экспедиций принадлежит и нашим факультетским базам в Хибинах и Азау, создавшим комфортные условия для проведения работ часто в очень непростых условиях. Одна из таких экспедиций кафедры гляциологии и криолитологии работала в

районе г. Кировска. В последние десятилетия существует тенденция к потеплению зим и увеличению их снежности. Это отражается на туристической привлекательности Хибин, так как устойчивый снежный покров делает горнолыжный сезон продолжительным. Цель зимних научных полевых исследований состояла в проведении снеголавинных исследований на территории горного массива в условиях расширяющегося антропогенного воздействия и климатических изменений. В течение многих лет комплексные исследования, посвященные изучению особенностей природопользования и геоэкологической обстановки в Хибинах, проводит и кафедра рационального природопользования. В задачи этого года входило проведение геоэкологических исследований для выявления загрязнения окружающей среды аэротехногенными выбросами в результате деятельности медно-никелевого комбината «Североникель» с помощью природных индикаторов (снежного покрова и мха сфагнум).

Анализ данных измерений, выполненных в экспедиции кафедры метеорологии и климатологии в Приэльбрусье, позволил расширить представление о количественных характеристиках метелевого переноса на Эльбрусе, а также оценить величину компонентов теплового баланса ледника Гарабаши в зимний период. Полученные данные необходимы при моделировании горных ледников и стока в численных моделях погоды и климата.

Не первый год проводит экспедиционные исследования в Крыму кафедра гидрологии суши. Формирование стока рек Крыма – весьма сложное явление, поскольку в значительной мере он зависит от карста, широко распространенного в области питания крупнейших рек полуострова, а также испытывает сильное антропогенное воздействие. Целью данного исследования является определение факторов формирования стока в зимний период. Работа выполнялась для разработки методической базы поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма.

Как известно, Крымский полуостров входит в группу российских регионов, характеризующихся интенсивным развитием оползневых процессов на осваиваемых территориях. В связи с наблюдающимися климатическими изменениями оценка оползневого риска становится актуальной научной и практической задачей. Полевые исследования

кафедры физической географии мира и геоэкологии помогут в решении данной проблемы.

Кафедра геоморфологии и палеогеографии зимой 2022 г. проводила масштабные исследования по изучению геолого-геоморфологических условий и перспектив развития рекреационного природопользования на территории равнинной Абхазии. Исследования проводились на равнинной территории г. Сухума, Гагрского, Гудаутского, Сухумского и Гулрыпшского районов Республики Абхазия. Второе направление исследований геоморфологов, представленное в данном сборнике, связано с изучением современного строения и динамики морских берегов Абхазии. Составлена подробная морфогенетическая классификация морских берегов Абхазии, а также установлены главные тренды современной динамики берегов на изученных участках.

В Кенозёрском национальном парке проходила зимняя экспедиция кафедры биогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Задачи экспедиции – проведение мониторинговых исследований орнито- и териофауны в Каргопольском кластере национального парка и разработка предложений по развитию экологического туризма в зимний период.

Целью экспедиции кафедры геохимии ландшафтов и географии почв была эколого-геохимическая оценка загрязнения снежного покрова города Таганрог. В связи с этим рассмотрено распределение загрязняющих веществ в Таганроге, проанализирована трансформация основных физико-химических свойств снега в пределах города, выявлены зоны с максимальным уровнем пылевой нагрузки.

Зимние научные исследования кафедры картографии и геоинформатики ставили задачей приобретение опыта получения и использования сверхвысокодетальных данных дистанционного зондирования с одновременными наземными исследованиями для последующей их комплексной обработки с целью получения знаний о природных и социально-экономических исследованиях на примере застройки города Дербент. При решении задачи использовались спутниковые снимки разных лет и разной детальности, высокодетальные ортофотопланы и данные наземного лазерного сканирования и полевого дешифрирования.

Анализ данных натурных наблюдений за мощностью и структурой ледяного покрова Рыбинского водохранилища во время еще од-

ной зимней экспедиции кафедры гидрологии суши 2022 г. позволил расширить представление о пространственной изменчивости его характеристик и особенностях его формирования. Одновременное использование различных космических снимков дает новые возможности для совершенствования мониторинга ледяного покрова. Другое направление исследования участников экспедиции было связано с оценкой общего содержания метана в Рыбинском водохранилище в зимний период и расчет отдельных составляющих баланса метана. Исключительная важность подобных исследований связана с тем, что метан – один из главных парниковых газов в атмосфере, основной особенностью которого является высокий потенциал глобального потепления. Оценка содержания метана зимой и оценка элементов баланса очень важная задача для расчета весеннего выброса метана в атмосферу при вскрытии ледового покрова, когда накопившийся метан при интенсивном весеннем перемешивании в значительной степени попадает в атмосферу.

Для мониторинга парниковых газов и создания методики расчета их баланса, в первую очередь углерода в 2021 г. в России запущен пилотный проект по организации карбоновых полигонов, один из которых находится в Чеченской Республике. Одной из основных задач создания полигона является оценка изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа в связи с глобальными изменениями климата, в том числе изучение секвестрационного потенциала пастбищных и луговых фитоценозов, занимающих в республике большие площади. Основной целью исследований, проведенных кафедрой физической географии и ландшафтоведения с участием студентов и аспирантов 26.01–04.02.2022 гг., было выявление зимнего состояния природных территориальных комплексов участков полигона «Way Carbon» Чеченской Республики для обоснования организации их мониторинга. Вторая экспедиция кафедры физической географии и ландшафтоведения в г. Ташкент поставила своей целью оценить и сравнить ландшафтно-экологические и культурные функций исторической малоэтажной застройки (махалля) и многоэтажных микрорайонов конца XX – начала XXI в. На основании анализа природных условий в городе в качестве наиболее важных определены функции регулирования климата и поверхностного стока.

Зимняя экспедиция кафедры океанологии традиционно проходит в северо-восточном секторе Черного моря. Основным объектом исследования стали две черноморские бухты - Севастопольская и Балаклавская, а именно их гидрохимические и гидрологические параметры, а также гидрометеорологический условия в районе их расположения.

Кафедра экономической и социальной географии России также организовала две экспедиции. В ходе экспедиции в Среднюю Азию изучались процессы социально-экономические трансформации республик, а также место России и русской культуры в Киргизии и Узбекистане. Маршрут экспедиционной группы начался во втором по населению и экономической значимости городе Киргизии – Оше – и далее проходил через крупнейшие города Ферганской долины Андижан, Наманган, Чуст, Коканд, промышленные центры Ангрен, Чирчик, столицу Узбекистана – Ташкент, а также крупные туристические центры Самарканд и Бухару.

В ходе второй экспедиции кафедры экономической и социальной географии России в Чувашию были посещены города Чебоксары и Канаш, а также сельская местность республики. Цель исследования заключалась в комплексном изучении сельской местности и городов Чувашской Республики в контексте проявлений сезонности экономической деятельности, а также занятости, досуга и миграционных установок жителей Чувашии.

Разнообразие тем и методов исследований, а также географическое разнообразие мест проведения экспедиций говорят лишний раз подтверждают, что известное выражение «единство в многообразии» как нельзя точно характеризует географический подход к изучению природных и социально-экономических явлений. Желаем всем читателям представленного сборника получения новых знаний об окружающем нас мире!

Надеемся также, что традиция издания сборников, посвященных итогам зимних студенческих экспедиций, будет продолжена, и эта статья будет важным шагом для многих молодых исследователей в большую географическую науку!

*Зав. кафедрой экономической и социальной географии России,
профессор М.С. Савоскул
Зав. кафедрой гидрологии суши,
профессор Н.Л. Фролова*

ЗИМНИЕ БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КЕНОЗЕРСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (КАРГОПОЛЬСКИЙ КЛАСТЕР)

*Емельянова Л.Г.¹, Сапрыкин А.Д.¹, Шамрай В.Д.¹, Чебукова Ю.А.,
Брагин В.А.², Воробьев К.С.², Бичурин Р.Р.¹, Водолазская П.Д.¹,
Ващенко Е.Н.¹, Емельянов А.А.², Жигарев И.В.¹, Захаров К.В.²,
Прохоров С.М.¹, Репина А.В.¹*

*¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет,
кафедра биогеографии; e-mail: biosever@yandex.ru*

*²ФГБУ «Национальный парк «Кенозерский», Архангельск;
e-mail: lekshles@yandex.ru*

Введение. В настоящее время исследование зимнего биоразнообразия птиц и млекопитающих крайне актуально. С 29 января по 4 февраля 2022 года в Кенозерском национальном парке проходила зимняя экспедиция кафедры биогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Задачи экспедиции – проведение мониторинговых исследований орнито- и териофауны в Каргопольском кластере национального парка и разработка предложений по развитию экологического туризма в зимний период. Учет численности млекопитающих и боровой дичи проводился по методу зимнего маршрутного учета (ЗМУ). За время экспедиции проведены 3 таежных мониторинговых зимних маршрутных учета общей протяженностью 45,5 км и 5 рекогносцировочных, маршрутные и точечные орнитологические учеты в населенных пунктах, учет численности мелких млекопитающих на конеферме, оценена информационная емкость экологических троп в окрестностях дер. Морщихинская. В данной статье изложены краткие результаты экспедиции по первой задаче.

Краткая физико-географическая характеристика территории исследований. Площадь Каргопольского кластера Кенозерского НП составляет 54,9 тыс. га. Территория принадлежит бассейнам Белого и Балтийского морей. Водораздел пересекает территорию по линии оз. Большое – Масельга – Хижгора и далее на юго-запад вдоль западного берега Лекшмозера.

Территория Каргопольского кластера приурочена к краевой области осадочного чехла Русской плиты, выходы дочетвертичных пород представлены московским ярусом каменноугольной системы. Четвертичные отложения – моренные валунные суглинки валдайского оледенения [3].

Основной макроформой рельефа территории является Колодозерско-Кенозерская конечноморенная гряда – продукт Валдайского оледенения. К ее водораздельной поверхности и приурочено озеро Лекшмозеро, в береговой части которого проводились исследования [3]. В ландшафтном плане территория сектора принадлежит к средне-таежному ландшафтному зональному подтипу. Крупнейшим по площади водоемом сектора является оз. Лекшмозеро (54,4 км²) ледникового происхождения. В него впадают реки Лазема и Кочко, вытекает р. Челма, соединяющая Лекшмозеро с оз. Монастырским и далее, через р. Лекшма – с Онегой.

В пределах кластера наибольшая высота составляет 202 м, приурочена к одному из холмов у истока р. Лазема (около 8 км к востоку от д. Морщихинская). Наименьшая высота – 154 м – соответствует урезу оз. Монастырское.

Деревня Морщихинская лежит в небольшом понижении с высоты 156–160 м. Это понижение окаймляют холмы высотой 180–200 м (так, высота лежащей в 1 км к северо-западу от д. Морщихинской Габгоры составляет около 190 м) [3].

Почвы представлены в основном разновидностями подзолов: южный берег Лекшмозера и полоса между Лекшмозером и Кенозером – подзолы иллювиально-гумусовые песчаные; к западу от Лекшмозера – подзолистые глинистые почвы. На восток от Лекшмозера, по левому берегу р. Чурьга развиты интразональные торфяные верховые почвы [8].

Сложный рельеф предопределяет неоднородность биотопов. Сосняки приурочены к хорошо дренируемым поверхностям ледниково-аккумулятивных образований, сложенных песками – озовых гряд, зандровых равнин. Понижения рельефа, моренные западины, подстилаемые суглинками, занимают ельники с примесью березы, осины, ольхи серой. Площади недавнего сельскохозяйственного освоения заняты порослью мелколиственных пород – ольхи, ивы козьей, березы, осины. Водораздельная поверхность моренной гряды подвержена сильному заболачиванию [2].

В конце января – начале февраля стояла ровная безветренная морозная погода с редкими снегопадами. Температура изменялась от –10 (31.01) до –28 (02.02) градусов. Следует отметить экстремальную для территории в год исследований мощность снежного покрова – впервые за 20 лет в этих местах средняя ее величина в таежных экосистемах составляла 80 см.

Методы и материалы исследования. Учет численности млекопитающих и боровой дичи проводился методом зимнего маршрутного учета (ЗМУ). В ходе полевых работ на каждом маршруте выполняется два дня работ. В первый день все следы животных на маршруте затираются, отмечаются все встреченные птицы, во второй день учитываются свежие следы.

В ведомостях ЗМУ указываются длина маршрута, число пересечений следов по видам животных, прилагаются карты-схемы маршрутов. Расчет плотности населения животных производится путем умножения числа пересечений на пересчетный коэффициент, особый для каждого вида [1, 5].

Для изучения зимней орнитофауны в пределах д. Морщихинская и в тайге применялся метод зимнего маршрутного учета птиц (без указания расстояний до встреченных особей) с отдельными элементами точечного учета (при работе на точках в деревне). Отмечалось, находилась ли птица в состоянии полета. При этом таковым считается только транзитное перемещение, перемещения на короткие расстояния в пределах видимости (слышимости) обозначались как стационарное положение птицы [1]. Если вид птицы определить не удалось, то эта особь записывалась с пометкой «*sp*». Отмечались также встреченные гнезда, поведение птиц.

Результаты исследования орнитофауны. На территории Лекшмозерского кластера Кенозерского национального парка в лесных биотопах отмечено 14 видов птиц, из которых 2 (15%) принадлежат к отряду **Курообразных** (Galliformes) (рябчик (*Tetrastes bonasia*), тетерев (*Lyrurus tetrix*)), 2 (15%) – к отряду **Дятлообразных** (Piciformes) (желна (*Dryocopus martius*), большой пестрый дятел (*Dendrocopos maximus*)), 9 (70%) – к отряду **Воробьеобразных** (Passeriformes) (серая ворона (*Corvus cornix*), сорока (*Picapica*), большая синица (*Parus major*), московка (*Parusater*), лазоревка (*P.coeruleus*), пухляк

(*P.palustris*), хохлатая синица (*P.cristatus*), чечетка (*Acanthis flammea*), клесты: еловик (*Loxia curvirostra*) и сосновик (*L. pytyopsittacus*). Среди Воробьинообразных 5 принадлежат к семейству Синицевых (Paridae), 2 – к Врановым (Corvidae), 2 – к Вьюрковым (Fringillidae). Всего отмечены представители 3 отрядов и 5 семейств.

В зоогеографическом отношении выделяются типичные представители таежного фаунистического комплекса (рябчик, клесты – сосновик и еловик, пухляк), широколесные (желна, большой пестрый дятел, московка, большая синица), тундрово-таежные виды (чечетка), полизональные виды (сорока, серая ворона). В авифауне преобладают бореальные и широколесные виды.

В ареалогическом отношении выделяются западно-палеарктические виды (сорока, серая ворона, хохлатая синица, лазоревка), циркумполярные (чечетка), палеарктические (желна, большой пестрый дятел, рябчик, тетерев, пухляк). Преобладают палеаркты и западно-палеарктические виды.

Следует отметить, что в пределах исследуемой территории сорока и серая ворона – облигатные синантропы. В меньшей степени синантропность проявляется у синиц, чечетки и большого пестрого дятла. Желна и курообразные антропогенных местообитаний избегают.

В экологическом отношении почти все отмеченные виды – более или менее выраженные дендрофилы, обитающие, гнездящиеся и кормящиеся в древесно-кустарниковых биотопах. Тетерев предпочитает полуоткрытые местообитания с кустарниками, полянами, опушками, перелесками. Рябчик обитает в основном в старых высокоствольных глухих хвойных лесах, как и желна, большой пестрый дятел, клесты. Чечетки предпочитают ольховые леса и заросли кустарников из ивы и молодой ольхи, а также перелески в полях.

По результатам маршрутных учетов рассчитана плотность населения птиц, усредненная для всех местообитаний (ос/км²): рябчик – 0,07, тетерев – 0,5, желна – 0,4, большой пестрый дятел – 3,1, серая ворона – 0,8, сорока – 0,4, большая синица – 0,7, московка – 0,4, лазоревка – 0,2, пухляк – 1,4, хохлатая синица – 0,7, чечетка – 3,7, клесты – 9. Наиболее многочисленные – клесты, чечетка и большой пестрый дятел.

Ниже приведены данные по плотности населения птиц в различных биотопах (ос/км²) (табл. 1).

Таблица 1 – Плотность зимнего населения птиц Лекшмозерского кластера Кенозерского национального парка в различных биотопах

Вид	Поля	Кустарники и редколесья	Леса	Верховые болота
Рябчик (<i>Tetrastes</i>)	0	0,1	0,04	0,5
Тетерев (<i>Lyrurustetrix</i>)	1,5	1,5	0	0
Серая ворона (<i>Corvus cornix</i>)	5,4	0	0	0
Сорока (<i>Pica pica</i>)	2,7	0	0	0
Желна (<i>Dryocopusmartius</i>)	0	0	0,7	0
Большой пестрый дятел (<i>Dryocopusmajor</i>)	1,6	3,6	2,5	0
Большая синица (<i>Parus major</i>)	0	0,9	1,1	0
Московка (<i>Periparusater</i>)	0	0	0,7	0
Лазоревка (<i>Cyanistes caeruleus</i>)	0	0	0,4	0
Пухляк (<i>Poecilemontanus</i>)	0	2,3	1,5	0
Хохлатая синица (<i>Lophophanes cristatus</i>)	0	0	1,1	0
Чечетка (<i>Acanthis flammea</i>)	5,1	7,8	3,2	0
Клесты (<i>Loxia sp.</i>)	0	0	14	8
Итого	16,4	16,2	25,2	8,5
Число видов	5	6	11	2

Среди лесных сообществ наибольшей плотностью населения отличаются еловые леса (преимущественно за счет клестов) и мелколиственно-хвойные, самая низкая плотность населения – в мелколиственных и сосновых лесах. Без учета клестов плотность населения птиц в еловых и мелколиственно-хвойных лесах практически одинакова – 13,97 и 13,62 ос/км². При этом видовое разнообразие максимально в мелколиственно-хвойных лесах, минимально – в сосновых и мелколиственных лесах (табл. 2).

Результаты орнитологических учетов в д. Морщихинская. Деревня Морщихинская расположена на северном берегу оз. Лекшмозеро. Деревня окружена хвойно-мелколиственными лесами, болотами не-

большими озерами. В самой же деревне насаждения хвойных и мелколиственных пород не велики и расположены в основном по окраинам. Площадь, занимаемая селитебными территориями, составляет около 85 га. Деревня является административным центром Каргопольского кластера. Важно отметить, что деревня удалена от основных транспортных магистралей – ближайшая автомагистраль проходит в 6 км к югу, ж.д. станция находится в 113 км к востоку. В 55 км к юго-востоку от деревни расположен районный центр – г. Каргополь.

Таблица 2 – Плотность зимнего населения птиц в разных типах леса

Вид	Еловые леса	Сосновые леса	Мелколиственно-хвойные леса	Мелколиственные леса
Рябчик (<i>Tetrastes</i>)	0,07	0,09	0,02	0,45
Желна (<i>Dryocopusmartius</i>)	0	0	0,6	7,2
Большой пестрый дятел (<i>Dryocopusmajor</i>)	3,1	2,1	2,4	0
Большая синица (<i>Parus major</i>)	5,5	0	0	0
Московка (<i>Periparusater</i>)	3,5	0	0	0
Лазоревка (<i>Cyanistes caeruleus</i>)	0	0	0,6	0
Пухляк (<i>Poecilemontanus</i>)	0	0	2,5	0
Хохлатая синица (<i>Lophophanes cristatus</i>)	1,8	0	1,2	0
Чечетка (<i>Acanthis flammea</i>)	0	0	5,3	0
Клесты (<i>Loxia sp.</i>)	42	7	8	0
Итого	56, 0	9,19	21,62	7,65
Число видов	6	3	8	2

На 02.2022 население д. Морщихинская составляло 184 чел. [9]. В ее составе 6 улиц: Центральная (длина 1,17 км), Западная (0,95 км), Садовая (0,62 км), Лесная (0,76 км), Новая и Лутьяновская (0,59 км). Площадь деревни около 0,61 км².

Из ключевых объектов инфраструктуры парка прежде всего отметим здание конторы НП на перекрестке ул. Центральной и Лесной, его административный центр. На севере деревни расположена животно-водческая ферма, где содержат лошадей, коров, коз. Ферма выполняет и функцию рекреационного туристического объекта – предлагаются познавательные экскурсии и конные прогулки. Некоторые из лошадей фермы отмечены медалями коневодческих выставок.

На юге деревни на улице Западной расположена церковь Петра и Павла, (освящена в 1829 году; деревянная церковь 1596 года постройки сгорела в 1823 г.). В начале 1930-х годов церковь была закрыта и использовалась как зерновой склад, в связи с чем дошла до нашего времени сильно обветшавшей. Сегодня в церкви организована музейная экспозиция, посвященная ее истории.

Столовая для гостей НП расположена на ул. Лутьяновской. Здесь же проводятся мастер-классы по традиционной кухне Кенозерья. На ул. Новой находится Визит-центр Кенозерского парка.

В год исследований отмечен высокий урожай семян ели как на деревьях в деревне, так и за ее пределами, что обусловило высокую численность клестов. В деревне у елового леса около Петропавловской церкви часто наблюдались многочисленные стаи клестов (до 80 особей). Кроме того, в западной части Центральной улицы, в сосновом бору около ангара неоднократно отмечался большой пестрый дятел в стае из 2–3 особей, которая, по-видимому, долгое время обитает на этом участке. На мелколиственных деревьях, прежде всего березах, по всей деревне можно встретить сорок и ворон, их гнезда, что говорит о том, что виды существуют рядом с человеком не первый год.

Помимо деревьев, местами скопления некоторых видов птиц в деревне являются отдельные кустарниковые насаждения, на которых неоднократно наблюдались крупные стаи полевых воробьев (*Passer montanus*) и синиц (*Parus major*). Следует подчеркнуть, что в деревне отмечен только полевой воробей. Отсутствие домового воробья вызвано отсутствием пищевых отходов в деревне, необходимых для его обитания.

В меньшей степени птицы в деревне были замечены на различных постройках, прежде всего на кормушках и на проводах (в частности, стайки воробьев и синиц). У кормушек у конторы национального парка постоянно держались сизые голубь (*Columba livia*), которые для данной территории являются типичным синантропным видом.

По всей деревне вдоль улиц, в особенности на ее границах, отмечено множество следов, оставленных лисицами. Лисицы часто посещают деревню, судя по сообщениям местных жителей и ежедневному обнаружению следов. Несколько особей были засняты на фотоловушку, установленную возле убитого волками лося. Кроме лисиц здесь был также зафиксирован ворон.

В деревне, что характерно почти для каждого населенного пункта Севера, многочисленны собаки и кошки. В окрестностях деревни Морщихинская следы собак регистрировались на всех маршрутах на расстоянии около 1,5 км.

Маршрутный учет птиц ежедневно проводился с 30.01.2022 по 03.02.2022 в деревне Морщихинская. В ходе маршрута учетчики проходят по улицам деревни и отмечают количество встреченных особей каждого вида на каждой улице. В деревне 6 улиц: Лесная, Садовая, Центральная, Западная, Новая, Лутьяновская. Отмечались сидящие и летящие птицы (сизый голубь – 4(8) в скобках – кол-во пролетающих птиц). В табл. 3 приведены результаты учета, проведенного 2 февраля на всех улицах деревни. За все время исследований в деревне Морщихинская учтено 11 видов птиц. Из отряда воробьеобразных (*Passeriformes*) семейства воробьиные (*Passeridae*) – полевой воробей (*Passer montanus*); семейства синицевые (*Paridae*) – большая синица (*Parus major*); вьюрковые (*Fringillidae*) – клест еловик и сосновик (*Loxia*), снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*), чечетка (*Acanthis flammea*); свиристелевые (*Bombycillidae*) – свиристель (*Bombycilla garrullus*); врановые (*Corvidae*) – ворон (*Corvus corax*), серая ворона (*Corvus cornix*), сойка (*Pia pica*). Из отряда голубеобразных (*Columbiformes*) семейства голубиные (*Columbidae*) – сизый голубь (*Columba livia*). Из отряда дятлообразных (*Piciformes*) семейства дятловые (*Picidae*) – большой пестрый дятел (*Dendrocopos major*).

Таблица 3 – Результаты учета птиц на всех улицах деревни Моршихинская 2 февраля 2022 года (температура воздуха –15°С)

Виды	Воробей полевой (<i>Passer montanus</i>)	Большая синица (<i>Parus major</i>)	Клесты (<i>Loxia sp.</i>)	Ворона серая (<i>Corvus corax</i>)	Голубь сизый (<i>Columba livia</i>)	Сорока (<i>Picapaica</i>)	Снегирь (<i>Pyrrhuloxia</i>)	Большой пестрый дятел (<i>Dendrocopos major</i>)	Ворон (<i>Corvus corax</i>)	Сумма
Центральная	40	18(24)		12	9	3(2)	7 (4 самца, 3 самки)	2(1)	0 (3)	121
Лесная		0 (12)		1(2)		3(2)				20
Лутьяновская	2	3		6	0 (2)	0 (1)				13
Садовая	4	6(1)		9(8)		1	1			30
Западная		14(7)		13(7)	0 (6)	2	1	1	0 (3)	136
Новая	16	4	8	8						320

Свиристели (*Bombycilla garrulus*) на территории деревни за все время экспедиции были отмечены только один раз – стайка из 8 особей кормилась на рябине 2 февраля. Всего за 5 дней проведения маршрутных учетов было отмечено 12 видов птиц: полевой воробей, серая ворона, сизый голубь, большая синица, снегирь, ворон, клесты еловик и сосновик, сорока, чечетка, свиристель. Доминирующие виды – полевой воробей и клесты, редкие – чечетка и свиристель. В деревне отмечены два основных места концентрации птиц: церковь (концентрация клестов, рис. 1) и детский сад (концентрация полевых воробьев и больших синиц).



Рисунок 1 – Клесты (концентрация птиц на стенах церкви)

Фауна и население млекопитающих лесных экосистем по данным зимнего маршрутного учета. Всего на территории лесных экосистем кластера «Лекшмозеро» отмечено 10 видов млекопитающих, из которых 3 (30%) принадлежат к отряду Грызунов (*Rodenta*) (белка (*Sciurus vulgaris*), полевка (sp), лесная мышь (*Apodemus uralensis*), 1 (10%) – к отряду Зайцеобразных (заяц-беляк (*Lepus timidus*)), 5 (50%) – к отряду Хищных (*Carnivora*) (лисица (*Vulpes vulpes*), волк (*Canis lupus*), ласка (*Mustela nivalis*), лесная куница (*Martes martes*), горноста́й (*M. erminea*)), 1 (10%) – к отряду Парнокопытных (*Artiodactyla*) (лось (*Alces alces*)). отмечены представители 4 отрядов и 7 семейств. Среди Грызунов отмечены семейства Беличьих (*Sciuridae*), Полевковых, Мышиных (*Muridae*), среди Хищных – Куницы (*Mustelidae*) и Псовые (*Canidae*).

В зоогеографическом отношении выделяются таежные виды (заяц-беляк), виды северопалеарктического лесного пояса (лесная куница, белка), полизональные виды (волк, лисица, ласка).

В экологическом отношении выделяются обитатели коренных лесов (лесная куница, белка) и виды, предпочитающие перелески, поляны, гари, вырубки, кустарниковые сообщества (заяц-беляк, волк, лось, лисица). Ласка встречается достаточно часто во всех вышеперечисленных биотопах. Заяц-беляк предпочитает кустарниковые сообщества, поляны и лесные опушки. Заяц и лисица достаточно часто отмечаются в антропогенных биотопах – полях, лугах и в населенных пунктах. Волк часто выходит к животноводческим фермам.

В ходе ЗМУ в тайге пройдено 45,5 км маршрутов и установлена плотность встреч млекопитающих (особей на км²): заяц-беляк – 2,4, белка – 0,4, лисица – 1,1, волк – 0,15, ласка – 0,05, лесная куница – 0,6, горностай – 0,07, лось – около 0,03. Высокая плотность лесной куницы обусловлена широким распространением старых высокоствольных хвойных лесов.

Ниже приведены данные по плотности населения зверей в различных биотопах (табл. 4).

Таблица 4 – Плотность зимнего населения млекопитающих Лекшозерского кластера Кенозерского национального парка в различных биотопах (ос/км²)

Вид	Поля	Кустарники и редколесья	Леса	Верховые болота
Заяц-беляк (<i>Lepus timidus</i>)	1,3	4,8	2,9	0
Белка (<i>Sciurus vulgaris</i>)	0,6	0,9	2,2	0
Лисица (<i>Vulpes vulpes</i>)	0,4	0,3	0,16	0,1
Волк (<i>Canis lupus</i>)	0	0,05	0,01	0
Ласка (<i>Mustela nivalis</i>)	0	0	0,1	0
Лесная куница (<i>Martes martes</i>)	0	0,2	0,5	0,2
Горностай (<i>Mustela erminea</i>)	0	0	0,1	0
Лось (<i>Alces alces</i>)	0	0,07	0,04	0

Плотность населения млекопитающих (особей / кв. км) в разных типах леса отражена в таблице 5.

Таблица 5 – Плотность зимнего населения млекопитающих в разных типах леса

Вид	Еловые леса	Сосновые леса	Мелколиственно-хвойные леса	Мелколиственные леса
Заяц-беляк (<i>Lepus timidus</i>)	2,3	1,4	3,3	14,0
Белка (<i>Sciurus vulgaris</i>)	0,6	0	2,5	4,6
Лисица (<i>Vulpes vulpes</i>)	0,1	0,05	0,2	0,5
Волк (<i>Canis lupus</i>)	0	0	0,02	0
Ласка (<i>Mustela nivalis</i>)	0	0	0,17	0
Лесная куница (<i>Martes martes</i>)	1,1	0,26	0,2	2,8
Горноста́й (<i>Mustela erminea</i>)	0	0	0	1,4
Лось (<i>Alces alces</i>)	0	0	0,11	0

Выводы. В пределах Морщихинского кластера Кенозерского национального парка отмечено 10 видов млекопитающих, из которых наиболее многочисленны заяц-беляк и белка. Среди хищных млекопитающих наиболее многочисленны лесная куница и лисица.

Плотность населения млекопитающих максимальна в мелколиственных и мелколиственно-хвойных лесах, минимальна – на верховых болотах.

В открытых биотопах, на верховых болотах и в сосновых лесах отмечено по 3 вида млекопитающих, в еловых лесах – 4, в мелколиственных лесах и древесно-кустарниковых местообитаниях – по 5, в хвойно-мелколиственно лесах – 7 видов.

Отмечено 14 видов птиц, из которых для таежных биотопов наиболее характерны пухляк, чечетка, клесты, большой пестрый дятел.

В местообитаниях верховых болот и мелколиственных лесах отмечено 2 вида птиц, в сосновых лесах и кустарниково-редколесных со-

обществах – по 3 вида, в открытых биотопах – 5, в еловых лесах – 6, в хвойно-мелколиственных – 8 видов. Серая ворона и сорока отмечены только на полях и в населенных пунктах, лазоревка и хохлатая синица – только в хвойно-мелколиственных лесах.

Список литературы

1. Челинцев Н.Г., Равкин Е.С. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. М.: ВНИИ охраны природы и заповедного дела Госкомприроды СССР, 1990. 58 с.

2. Разумовская А.В. Подходы к составлению обобщенной крупномасштабной карты растительности территории Кенозерского национального парка // Геоботаническое картографирование. 2018. С. 40–65.

3. Геология СССР. Т. 2: Архангельская, Вологодская область и Коми СССР / под ред. А.И. Зоричева. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1963. С. 34–60.

4. Карты Архангельской области на сайте ВСЕГЕИ https://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/szfo/arhangelskaya_obl/index.php?sphrase_id=1398192 (дата обращения 20.02.2022).

5. Методика проведения ЗМУ <https://docs.cntd.ru/document/902217266> (дата обращения 20.02.2022).

6. Сайт национального парка «Кенозерский»: <http://www.kenozero.ru/> (дата обращения 20.02.2022).

7. Сайт прогноза погоды Gismeteo: <https://www.gismeteo.ru/> (дата обращения 20.02.2022).

8. Национальный Атлас почв РФ <https://soil-db.ru/soilatlas> (дата обращения 20.02.2022).

9. Численность населения деревни Морщихинская <https://bdex.ru/naselenie/arhangelskaya-oblast/n/kargopolskiy/morshihinskaya/> (дата обращения 20.02.2022).

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РАВНИННОЙ АБХАЗИИ

*Авдони́на А.М., Боголю́бский В.А., Буркова А.А., Кажукало Г.А.,
Разумовский Р.О., Смирнова А.П., Алексе́ева А.И., Батаев Ю.В.,
Беляев В.Р., Битюков П.П., Болысов С.И., Бредихин А.В., Ван В.Г.,
Веревкина П.К., Денисова А.П., Деркач А.А., Еременко Е.А.,
Журавлев П.Д., Зарецкая Н.Е., Иванов М.М., Иоч М.Э.,
Кирьянова О.М., Котенков А.В., Кузнецов М.А., Курепин И.В.,
Луговой Н.Н., Полетаева Ю.А., Посаженикова В.С.,
Рахимова У.Р., Смирнова В.В., Смирнова С.В., Степанов А.А.,
Суворов Н.В., Фоминых П.И., Фузеина Ю.Н., Хмылова М.А.,
Чупраков Н.Р., Шатохина В.Е., Юров Ф.Д., Яковенко А.К.*

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра геоморфологии и палеогеографии*

Введение. К настоящему времени рельеф и геологическое строение равнинной части Республики Абхазия подробно изучены в мелком масштабе [1, 2, 3], однако, в крупном масштабе, на уровне отдельных населённых пунктов, геолого-геоморфологическое строение территории подробно не исследовалось, а в период после 1990-х гг. вообще практически не рассматривалось в научных публикациях. Рекреационное природопользование вносит значительный вклад в экономику Республики и является основой для привлечения туристов, особенно россиян. Эта сфера за последние 30 лет претерпела значительные изменения, связанные с боевыми действиями и неоднозначным статусом государства на международной арене. В настоящее время какие-либо научные исследования на территории Республики, кроме собственных и российских, затруднены. Многие районы обладают высоким рекреационным и историко-культурным потенциалом, нуждаются в восстановлении, сохранении и развитии инфраструктуры, что и определяет актуальность исследований рельефа страны, являющегося одним из определяющих факторов аттрактивности и безопасности рекреационного пространства.

Целью работы являлась характеристика геолого-геоморфологических условий и перспектив развития рекреационного природопользования на территории равнинной Абхазии. Экспедиционные исследования проводились в период с 25 января по 5 февраля 2022 г. коллективом кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в состав которого входили 28 студентов, 2 аспиранта и 7 сотрудников кафедры (в том числе руководитель работ – доц., к.г.н. Еременко Е.А.), 2 выпускника кафедры, а ныне – сотрудники факультета и ИГ РАН. Исследования проводились на равнинной территории г. Сухума, Гагрского, Гудаутского, Сухумского и Гулрыпшского районов Республики Абхазия (рис. 1).

История изучения рельефа и рекреационного освоения территории. В XIX веке геологические и геоморфологические исследования в равнинной части Абхазии носили преимущественно фундаментальный характер. Весомый вклад внесли исследования побережья и низменностей Р.А. Пренделя, выделившего 4 уровня морских террас в районе Сухума [4]. В южной части Абхазии первые детальные научные работы выполнены геологом и исследователем Кавказа С.Е. Симоновичем [5]. В контексте изучения рельефа равнинных участков Абхазии затрагивались вопросы геоморфологии городских территорий. В частности, в работе этнографа А.Н. Дьячкова-Тарасова «Гагры и их окрестности» [6] описана морфология рельефа, отмечена его роль в задержании воздушных масс и влиянии на климат. Отдельного внимания заслуживает труд А.Л. Козлова [2], посвященный геологическим исследованиям в районе Сухума. В 1961 году была открыта Новоафонская пещера [7], и с этого момента началось активное ее освоение учеными-спелеологами [8]. В то же время работ, посвященных рельефу равнинной Абхазии, не так много, за исключением мелкомасштабного описания в трудах о Кавказе и о территории бывшего СССР в целом [1, 9 и др.].

Хозяйственное освоение равнинной Абхазии до начала XX в. было фрагментарным, чему препятствовали высокая влажность воздуха и обилие болот. Значительным шагом на пути к рекреационному освоению территории стало возникновение в 1903 г., благодаря деятельности принца А.П. Ольденбургского, курорта Гагра, по замыслам которого здесь должна была возникнуть «Кавказская Ницца».

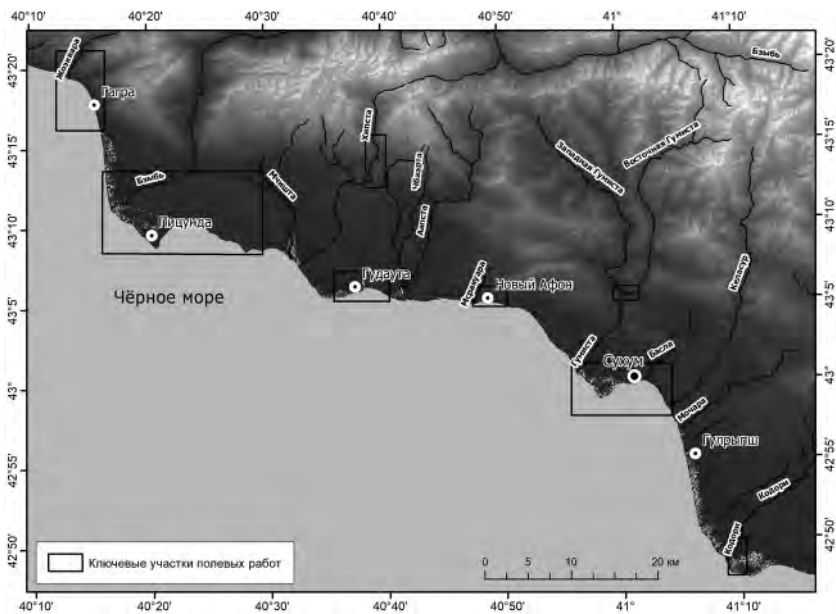


Рисунок 1 – Положение района работ

Курорт был хорошо благоустроен по меркам того времени. Здесь проходили лечение больные с заболеваниями легких и сердца. Впоследствии началось и рекреационное освоение Сухума, причем пригодными признавались лишь участки на севере города с абсолютной высотой свыше 120–150 м [10]. Первые санатории для легочных больных начали появляться здесь в 1890-х годах, однако курортная инфраструктура развивалась слабо.

Широкомасштабное рекреационное освоение началось в 1920-е годы. В это время здесь были, в частности, возведены государственные дачи в самых живописных местах Абхазии – в Новом Афоне, на Мюссерских холмах и т. д. После Великой Отечественной войны туризм в Абхазии стал активнее набирать обороты. Строились новые турбазы, санатории. В 1960-е годы популярность в качестве места для отдыха получил Пицундский полуостров, где было построено 7 санаторных корпусов, а также ряд пансионатов.

Большое количество объектов туристической отрасли пострадало в ходе грузино-абхазской войны 1992–1993 гг. и до сих пор не используется по назначению. Тем не менее, наблюдающаяся в последние годы активность со стороны российских туристов [11] вынуждает организаторов отдыха искать новые рекреационные возможности территории. В XXI веке количество туристов, посещающих Абхазию, неуклонно растет, услуги в сфере организации отдыха востребованы, на территории прибрежной зоны за последние десять лет было построено более сотни новых мини-отелей. В то же время сложно устроенный рельеф прибрежной территории и высокая динамичность развития береговой зоны во многом влияют на развитие рекреационного природопользования.

Физико-географические условия рекреации. Рекреационные зоны Абхазии расположены в зоне равнин и холмистых предгорий юго-западного макросклона Большого Кавказа. Сейсмичность территории оценивается в 6–7 баллов. Это область влажного субтропического климата, характеризующегося теплой влажной зимой с температурами около 8–10°C и умеренно-жарким солнечным и влажным летом с температурами, достигающими 25°C и выше. Среднегодовое количество осадков в районе Сухума изменяется от 1277 мм до 1390 мм [12]. Характерна субтропическая средиземноморская растительность. Присутствует много эндемичных видов (пицундская сосна, иглица понтийская, дуб, бук, граб, магнолия, земляничник мелкоплодный и т. п.). Много и интродуцентов, в том числе пальмы: канарский финик, бутия головчатая из Бразилии и другие [12]. Природные ландшафты 10% территории Абхазии имеют охранный статус (Пицундо-Мюссерский и Псху-Гумистинский заповедники, Рицинский реликтовый национальный парк). В освоенных зонах почвенно-растительный покров существенно преобразован человеком.

Материалы и методы исследования. Для изучения Абхазского побережья использовался комплекс методов полевых геоморфологических исследований, включавший крупномасштабную (1:25 000) геоморфологическую съёмку (с описанием точек наблюдения), аэрофотосъёмку с БПЛА, профилирование на суше и в береговой зоне (с использованием GNSS-системы), ручное бурение, отбор образцов

(на петрографический, диатомовый и радиоуглеродный анализ). Во время маршрутов, связанных с рекреационно-геоморфологическими исследованиями, проводилась оценка рельефа для эффективного ведения рекреационного природопользования, исследовалась геоморфологическая позиция и функции рельефа в обеспечении сохранности объектов историко-культурного наследия, оценивалась роль уникальных форм рельефа в расширении целевых туристических предложений.

Результаты и обсуждение. В морфоструктурном плане равнинная часть района работ тесно сопряжена со строением прилегающих горных хребтов. Морфоструктуры равнин включают миоцен-четвертичные наклонные слаборасчленённые предгорные возвышенности на песчано-глинистых породах и плиоцен-четвертичные грядовые возвышенности на песчано-галечно-валунных отложениях (Мюссерские холмы). Оба типа возвышенностей сформировались в результате мощной аллювиально-пролювиальной аккумуляции в предгорной зоне, вовлеченной в общее поднятие западной периферии Большого Кавказа, и последующего эрозионно-денудационного расчленения. С внешней части они окаймляются четвертичными аллювиально-морскими и аллювиальными равнинами, сложенными песчано-галечными отложениями (рис. 2).

Наименьшая ширина равнинных участков приурочена к районам складчато-надвигового горообразования, где горные сооружения надвинуты на прилегающие более молодые равнины. Равнины, прилегающие к складчатым и моноклинальным хребтам (центральная и юго-восточная части территории, соответственно), имеют значительно ббльшую ширину, и именно они, в первую очередь, были вовлечены в поднятия совместно с горными сооружениями.

О значительном участии новейших тектонических движений в формировании рельефа равнин также свидетельствует рисунок линеаментов, выделенных в равнинной части: отчётливо прослеживается блоковая морфоструктура, образованная линеаментами преимущественно северо-восточного и запад-северо-западного простирания. В рельефе это выражается в соответствующей ориентировке долин.

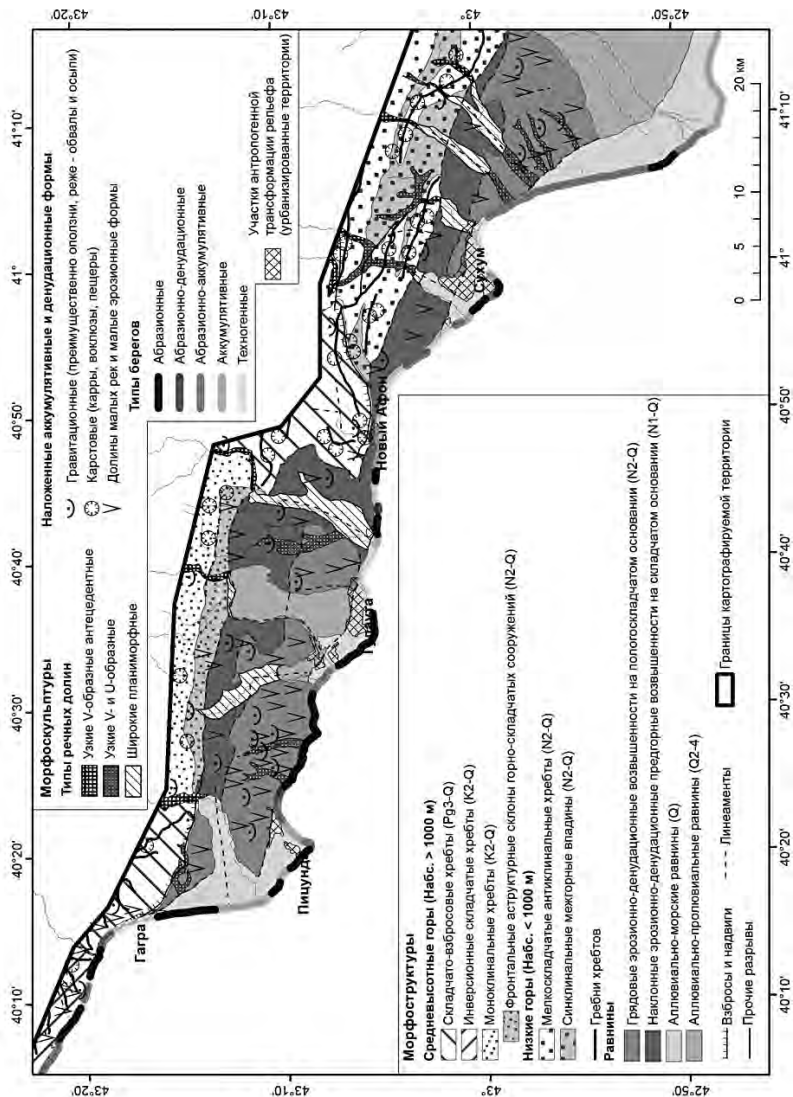


Рисунок 2 – Геолого-геоморфологические условия функционирования современной рекреации

Морфоструктуры значительно смоделированы экзогенными процессами. На исследуемой территории хорошо развита эрозионная сеть. Наиболее густое расчленение рельефа наблюдается в пределах грядовых возвышенных равнин, где преобладают малые эрозионные формы и узкие (до 500–600 м по бровкам) V- и U-образные речные долины, переход к междуречьям выражен нечётко. Наклонные предгорные возвышенности расчленены относительно слабо, в их пределах развиты широкие (до 3–4 км) планиморфные речные долины, в днище которых выделяются несколько хорошо выраженных высотных уровней – поймы и низкие надпойменные террасы. Для территории характерно пересечение горных хребтов antecedentными долинами, часто ориентированными ортогонально к гребням хребтов – вдоль простирания линеаментов. Практически повсеместно встречаются формы склонового генезиса. Среди них наиболее распространены оползни, приуроченные, в основном, к склонам речных долин и реже – к склонам междуречий в пределах возвышенных равнин, в том числе и в пределах урбанизированных территорий. Обвальные и осыпные тела встречаются реже, в основном у подножий склонов складчатых и складчато-взбросовых хребтов, а также под клифами и уступами размыва в береговой зоне.

Образование склоновых форм нередко связано с антропогенной трансформацией рельефа в ходе рекреационного освоения территории.

В пределах горных сооружений, окаймляющих равнинную часть Абхазии с севера и северо-запада, в меловых известняках развиты карстовые формы. На вершинных поверхностях распространены карры, а в карбонатных толщах встречаются карстовые пещеры. В нижних частях склонов хребтов происходит разгрузка минерализованных вод в виде вклюдозов, являющихся истоками многих рек (Мчишта, Псырца и др.).

Выделено пять морфологических типов морских берегов Абхазии: аккумулятивные, абразионно-аккумулятивные, абразионные, абразионно-денудационные, а также техногенные. Общая протяженность изученной береговой зоны составила 150 км. Наименьшими по протяженности (1,9%) являются абразионно-денудационные берега, характеризующиеся активными денудационными процессами и отсутствием современного волнового воздействия на подножье клифов. Наиболее протяженным (27,3%) типом берега в пределах изучаемой

территории является абразионно-аккумулятивный, включающий в себя погребенный абразионный уступ и пляж полного профиля. Широкое развитие берегов данного типа на приморских аллювиальных низменностях указывает на их активный разрыв, продвижение береговой линии в сторону суши, связанное, прежде всего с глобальным изменением климата и повышением уровня Мирового океана. Техногенные берега занимают 23,7% протяженности изученной части береговой зоны. К таким берегам отнесены все участки, где естественный рельеф и динамика береговой зоны оказались нарушены в результате деятельности человека. Это как участки с искусственными пляжами, так и территории наибольшего скопления берегозащитных и берегоукрепительных сооружений. Их строительство приводит, в первую очередь, к изменению литодинамического режима, что впоследствии приводит к изменению морфологии береговой зоны и, в ряде случаев, к размыву берегов на прилегающих участках.

Большая часть городов равнинной Абхазии расположена в пределах аллювиально-морских равнин. Как правило, урбанизированные территории вытянуты вдоль береговой линии, а их граница проходит по подножью горных хребтов или грядовых возвышенностей. Крупнейшие города Республики в основном занимают поверхности морских террас и, частично, надпойменные террасы рек. Среди населенных пунктов, расположенных за пределами аккумулятивных равнин, крупнейшим является Новый Афон, расположенный на наклонной эрозионно-денудационной возвышенности. Город занимает как междуречные пространства, так и долины рек Псырчи и Мсракуары, однако рельеф значительно антропогенно смоделирован – широко распространены выровненные участки и искусственные террасы.

Результаты выполненных исследований позволяют заключить, что изученные городские территории (гг. Гагра, Пицунда, Гудаута, Новый Афон, Сухум), в целом, не отличаются повышенной опасностью развития геоморфологических процессов. Наименее безопасными в этом отношении являются территории Гагры и Нового Афона, где получили развитие оползневые процессы. Гагра расположена у подножья высоких (800–1000 м) и довольно крутых (местами 50–60°) тектоно-эрозионных оползневых склонов, в руслах рек в окрестностях города выявлены признаки селевой активности. Для территории Нового

Афона характерны более мелкие оползни, обусловленные расчлененным характером рельефа в самом городе. Значительную опасность для городской инфраструктуры Абхазии представляет абразия. Берегозащитные сооружения, построенные в середине прошлого столетия, во многом разрушены и не выполняют свои функции. Результаты выполненных работ показывают, что в последние 20 лет ширина городских пляжей неуклонно сокращается. Результаты изучения рельефа и выполненная оценка опасных процессов на городских территориях могут быть использованы для составления туристических маршрутов, историко-географических путеводителей, информационных стендов, а также в эколого-просветительских целях.

Абхазия характеризуется большим количеством историко-культурных и геолого-геоморфологических памятников, занимающих разные позиции в рельефе. В районе работ встречаются руины нескольких древних крепостей – «Великого Питиунта» (IV–VI вв.), расположенного на голоценовой морской террасе, и Анакопийской (VII–VIII вв.), расположенной на вершинной поверхности складчато-взбросового хребта, сложенного меловыми известняками, где сформировалось несколько пещер (например, Новоафонская). Некоторые объекты природного и культурного наследия расположены в долинах рек, в частности, на надпойменных террасах расположены храм Амбара VIII–XII вв. и Чернореченское форелевое хозяйство (1934 г.). В прибрежной части долины р. Мюссера находится государственная дача «Мюссера», на склоне долины р. Псырца расположен карстовый грот Симона Кананита.

Исследуемая территория отличается благоприятностью для ведения рекреационной деятельности (рис. 3). Эрозионно-денудационные возвышенности (к примеру, Мюссерские холмы) прекрасно подходят для трекинга и конных прогулок. Самые крупные реки страны (Бзыбь, Кодор, Хипста и др.) на отдельных участках пригодны для рафтинга. Речные долины также могут использоваться в качестве мест для природно-созерцательного отдыха ввиду своеобразной изолированности, камерности, там могут быть обустроены базы и дома отдыха. Лечебные курорты развиты в Республике локально (термальные источники в с. Приморское (Гудаутский район)). Большая часть побережья благоприятна для купально-пляжного отдыха, включая основные города:

Гагра, Пицунда, Гудаута, Новый Афон и Сухум. В этих же местах, богатых историческими достопримечательностями, а также в некоторых сельских населенных пунктах (Лыхны, Эшера) может быть развит культурный туризм. Практически вся обследованная территория Абхазии благоприятна для развития природного туризма. Организация туризма и рекреации нуждается в учете геолого-геоморфологических условий, в частности, в оценке динамики и опасности геоморфологических процессов. Наибольшее значение для развития рекреации в низкорегье имеет карст, протекание которого является и опасностью, и ресурсом одновременно, а также оползни. Береговая зона Абхазии (область наиболее высокой рекреационной нагрузки) на значительном протяжении подвержена абразии.

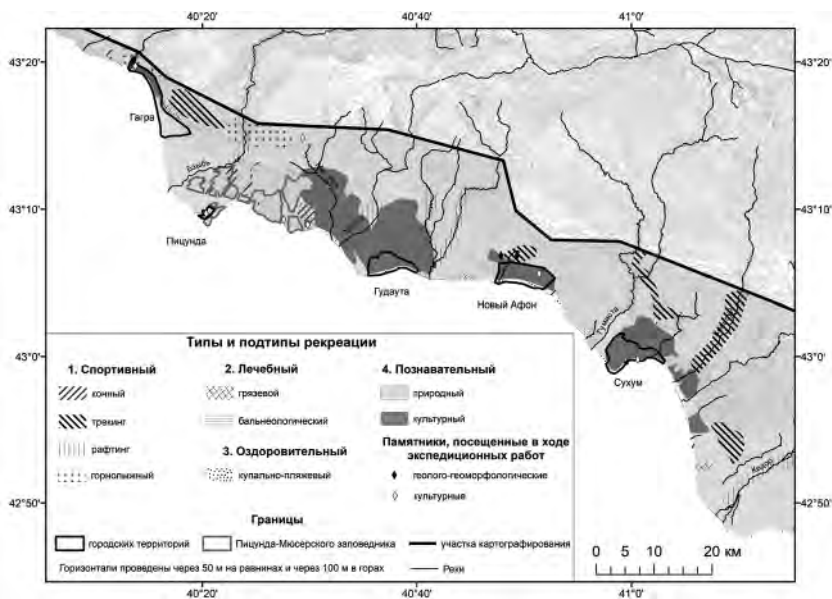


Рисунок 3 – Типы рекреации на территории равнинной Абхазии

Заключение. Таким образом, многие рекреационные ресурсы Абхазии имеют тесную пространственную связь с особенностями геоморфологического строения, определяются современной динамикой рельефа и сложной историей развития природной среды территории в

неоген-четвертичное время. Наибольшим рекреационно-геоморфологическим потенциалом традиционно обладают побережья Абхазии, где распространён купально-пляжный туризм. В настоящее время возможности рекреационного использования береговой зоны пока не исчерпаны, а ее современная динамика требует постоянного мониторинга. Дополнительный вектор ресурсного развития рекреации в целях расширения туристических предложений должен быть направлен на познавательную рекреацию, как природную, так и культурную. Наиболее перспективные объекты рекреации в основном приурочены к аллювиально-морским и аллювиально-пролювиальным равнинам и, в меньшей степени, к грядовым эрозионно-денудационным возвышенностям. Немаловажным является включение в рекреационно-геоморфологические системы геоморфологических объектов прилегающих горных районов. Здесь могут развиваться активные виды рекреации и, отчасти, познавательный туризм, приуроченный к районам открытого и подземного карста в области распространения мезозойских карбонатных пород, формирующих горно-складчатые сооружения в непосредственной близости от центров рекреации на прилегающих равнинах. Кроме того, развитие рекреационной инфраструктуры должно учитывать необходимость сохранения уникальных экосистем и биоразнообразия Республики на особо охраняемых природных территориях.

Список литературы

1. Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. М., Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.
2. Козлов А.Л. Предварительный отчет о геологических исследованиях в б. Сухумском уезде в 1929 г. // Известия Всесоюзного геологоразведочного объединения. 1932. Том 51. Вып. 68. С. 999–1026.
3. Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря // Труды Института геол. наук АН СССР. 1963. Вып. 88. Серия геол. № 17. 165 с.
4. Прендель Р.А. Отчет о результатах экскурсии, произведенной летом 1878 г. по прибрежной полосе Абхазии и Черноморского округа // Записки Новорос. об-ва естествоиспыт. 1879. №5. Вып. 2.

5. Симонович С., Бацевич Л., Сорокин А. Материалы для геологии Кавказа. Геологическое описание частей Кутаисской губернии и Сухумского отдела. Тифлис: типография главного Управления Наместника Кавказского, 1877. 96 с.
6. Дьячков-Тарасов А.Н. Гагры и их окрестности. Тифлис: тип. К.П. Козловского, 1903. 100 с.
7. Тинтилозов З.К. Анакопийская пропасть. Т.: Мецниериба, 1968. 120 с.
8. Червяцова О.Я., Потапов С.С., Садыков С.А., Леонова Л.В., Дбар Р.С. Распространение, морфология, изотопный состав серы и генезис гипсовых отложений в Новоафонской пещере (Абхазия) // Минералогия. 2016. № 3. С. 79–93.
9. Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий. М.: Академия, 2011. 240 с.
10. Пастернацкий Ф.И. Климатолечебные пункты на Черноморском побережье Кавказа. СПб.: типография П.П. Сойкина, 1899. 91 с.
11. Абхазский статистический ежегодник – 2020 / Государственный Комитет Республики Абхазия по статистике. Сухум: ИП «Лагвилава А.», 2021. 153 с.
12. Куфтырева Н.С., Лашхия Ш.В., Мгеладзе К.Г. Природа Абхазии. Сухум: Абгосиздат, 1981. 441 с.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ БЕРЕГОВ АБХАЗИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ

*Ван В.Г., Еременко Е.А., Кажукало Г.А., Котенков А.В.,
Кузнецов М.А., Смирнова А.П., Смирнова В.В., Смирнова С.В.,
Авдонина А.М., Алексеева А.И., Батаев Ю.В., Беляев В.Р.,
Битюков П.П., Боголюбский В.А., Болысов С.И., Бредихин А.В.,
Буркова А.А., Вережкина П.К., Денисова А.П., Деркач А.А.,
Журавлев П.Д., Зарецкая Н.Е., Иванов М.М., Иоч М.Э.,
Кирьянова О.М., Курепин И.В., Луговой Н.Н., Полетаева Ю.А.,
Посаженикова В.С., Разумовский Р.О., Рахимова У.Р.,
Степанов А.А., Суворов Н.В., Фоминых П.И., Фузеина Ю.Н.,
Хмылова М.А., Чупраков Н.Р., Шатохина В.Е., Юров Ф.Д.,
Яковенко А.К.*

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра геоморфологии и палеогеографии*

Введение. Береговая зона является областью взаимодействия и взаимопроникновения практически всех геосфер (литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы, техносферы), что определяет высокую динамичность геоморфологических процессов, происходящих в ее пределах. Средний возраст современной береговой зоны Мирового океана составляет около 6 тысяч лет [1]. За это время в зависимости от условий и факторов развития береговой зоны (литолого-петрографического состава пород коренного берега, уклонов подводного берегового склона, климата, растительности, ветро-волнового режима, величины речного стока и состава наносов и пр.) ее рельеф претерпел изменения и, как следствие, были образованы берега разных генетических типов – абразионные, аккумулятивные и др. Освоение морских побережий человеком, в особенности в последнее столетие, привело к значительным изменениям естественных процессов морфолитодинамики берегов. При этом характер освоения и хозяйственного использования береговой зоны во многом

определялся именно ее рельефом (наличием/отсутствием пляжа, высотой и сложением клифа, глубинами над подводным береговым склоном, его крутизной и пр.). Для защиты прибрежных территорий от опасных береговых процессов (абразии, затопления) были созданы комплексы инженерных сооружений (волноотбойные стенки, буны, волноломы и пр.), существенно изменившие естественный рельеф морских берегов. Эти сооружения повлияли на направленность и скорость многих геоморфологических процессов в береговой зоне. Таким образом, современное развитие береговой зоны в районах хозяйственного освоения побережья происходит под воздействием не только естественных факторов, но и под влиянием деятельности человека. В то же время, наличие выхода к морю и береговой зоны как таковой – ценный ресурс для хозяйственной деятельности, в особенности, в умеренных и жарких широтах, где развито рекреационное освоение побережья.

История рекреационного природопользования в Республике Абхазии насчитывает более столетия, первые курортные зоны возникли здесь еще в начале XX века (в частности, до 1917 года – в Гагре и Сухуме). Береговая зона Абхазии обладает высоким потенциалом с точки зрения возможностей рекреационного использования. Это связано с сочетанием ряда геоморфологических и климатических факторов. Территория расположена в субтропическом климатическом поясе, при этом характерен влажный климат. Прибрежная зона (в особенности, в северной части страны) защищена высокими хребтами Большого Кавказа от вторжения холодных воздушных масс с севера. В абхазской части черноморского побережья ширина шельфа уменьшается (местами до 150–200 м), что способствует интенсивному водообмену и поддержанию высокой прозрачности и, в целом, чистоты морской воды. Практически вдоль всего побережья Абхазии существуют песчано-галечные и галечные пляжи. В советское время курорты Абхазии (более 90% всех рекреационных объектов построены именно в это время) имели всесоюзное значение, здесь также располагались несколько государственных дач (в Пицунде, в п. Холодная Речка, в Мюссере и др.). В то же время, активное освоение прибрежных земель, строительство курортной инфраструктуры и расширение селитебных зон привели к росту антропогенной на-

грузки на береговую зону, а также активизации абразии. Последнему способствовало изъятие песчано-гравийной смеси пляжей и руслового аллювия рек для нужд строительства, приведшее к дефициту береговых наносов.

Столетняя история развития береговой зоны курортных городов Абхазии тесно переплетена с историей становления основных подходов к защите морских берегов от абразии. Именно здесь (в частности, в Гагре, Пицунде и Сухуме) были впервые на территории бывшего СССР опробованы многие способы, активно используемые для защиты берегов и сегодня. Гидротехническое и берегозащитное строительство привело к утрате естественного облика берегов, и в настоящее время берега курортных городов – техногенные на более чем 85% своей протяженности.

Береговая зона Абхазии (в частности, ее рельеф и динамика) характеризуется высокой степенью изученности, однако подавляющее большинство научных работ относятся к середине и концу XIX века [2, 3]. Со времен грузино-абхазского конфликта (1992–1993 гг.) специальные береговые исследования выполнялись лишь силами отдельных сотрудников Академии наук Абхазии [4, 5, 6] при ограниченном участии российских ученых, размах их на порядок сократился. В то же время, восстановление рекреационной сферы требует понимания главных тенденций развития берегов, прогноза изменения ширины пляжей и оценки опасностей в береговой зоне.

Получению актуальных сведений о современном строении и динамике морских берегов Абхазии были посвящены экспедиционные исследования кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова зимой 2022 года. Целью работ являлось описание рельефа морских берегов, состава прибрежно-морских отложений, геоморфологических процессов в береговой зоне, а также степени сохранности берегозащитных сооружений с оценкой эффективности их современного функционирования. В состав экспедиции входили 28 студентов, 2 аспиранта и 7 сотрудников кафедры (в том числе руководитель работ – доц., к.г.н. Еременко Е.А.), 2 выпускника кафедры (ныне – сотрудники географического факультета МГУ и ИГ РАН).

Материалы и методы исследования. Выполненные исследования включали три этапа: предполевой, экспедиционный и камеральный. На предполевом этапе (при содействии Института экологии Академии наук Абхазии) был проведен сбор и анализ литературы по тематике работ, подбор картографического материала (карты масштаба 1:25000), космических и аэрофотоснимков разных лет (начиная с 1943 г.) на прибрежные территории. На основе результатов анализа собранных материалов выбраны пять ключевых участков, где в ходе экспедиции были выполнены крупномасштабные геоморфологические исследования. Экспедиционные исследования проведены на берегах всех основных курортных городов Абхазии (гг. Гагра, Пицунда, Гудаута, Новый Афон, Сухум) и в их окрестностях (рис. 1). Общая протяженность обследованной в ходе экспедиционных работ береговой зоны составила около 90 км.

В ходе полевых исследований на берегах выполнялись следующие виды работ: 1) детальное описание морфологии надводной части береговой зоны (в том числе берегозащитных сооружений при их наличии) и составление геолого-геоморфологических профилей берега, в том числе с использованием высокоточного геодезического оборудования (всего составлено – 180 профилей, из них – в Гагре – 26, Пицунде – 80, Гудауте – 17, Новом Афоне – 17, Сухуме – 40); 2) фотодокументация состава пляжевых наносов (использована методика фотографирования участка поверхности пляжа размером 40х60 см с рамкой из рулетки, фото сделаны в разных частях профиля пляжа, общее количество – 468 шт.); 3) отбор проб песка на петрографический анализ (в полевых условиях выполнен рассев и выделены фракции размером менее 1 мм, всего отобрана 131 проба); 4) съемка с помощью GPS-приемника положения уреза моря и тылового шва пляжа на момент проведения работ; 5) съемка береговой зоны с помощью БПЛА (выполнена на двух ключевых участках – близ устья рек Ряпш и Келасур). В камеральных условиях полученные материалы были обработаны и переведены в цифровой формат. На их основе была составлена подробная морфогенетическая классификация морских берегов Абхазии, а также установлены главные тренды современной динамики берегов на изученных участках.

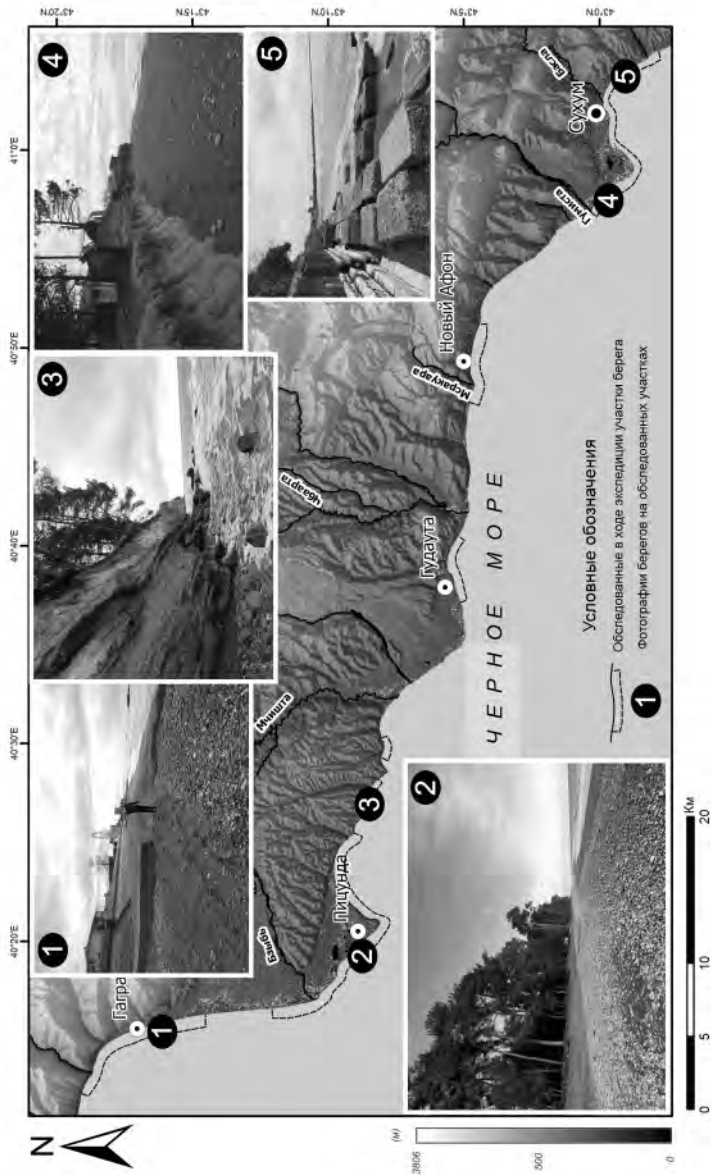


Рисунок 1 – Местоположение ключевых участков полевых работ в береговой зоне

Условия и факторы развития береговой зоны. Основными условиями и факторами, определяющими развитие береговой зоны Абхазии, являются тектонический режим побережья, геолого-геоморфологическое строение прибрежной суши и шельфа (в т.ч. уклоны подводного берегового склона), ветро-волновой режим, сток рек и антропогенная деятельность. Рельеф прибрежной суши характеризуется мозаичностью – в северной части к береговой зоне подходят отроги Гагрского хребта (сложены меловыми и юрскими скальными породами), южнее наблюдается чередование низменных аккумулятивных дельтовых выступов плейстоцен-голоценового возраста (отметки высот – до 25–40 м, в основном – до 10 м) и расчлененных возвышенных равнин, сформированных в неогене и сложенных конгломератами (абсолютные высоты – до 100–150 м) (см. рис. 1). Положение района работ вблизи южной границы зоны господства западных ветров предопределило преобладание в годовом цикле волнений западных и южных румбов [7, 8]. Основным источником пляжевых наносов на черноморском побережье Абхазии является сток крупнейших рек (Псоу, Бзыбь, Хипста, Гумиста, Келасур, Кодор и др.). Выносимые ими наносы движутся вдоль контура берега во вдольбереговом потоке, имеющем генеральное направление с северо-запада на юго-восток [3, 9]. Аккумулятивные дельтовые выступы смещены относительно современных устьев рек к юго-востоку. В образованных ими бухтах (Пицундской, Сухумской, Скурча) в волновой тени формируются встречные вдольбереговые потоки наносов, направленные с юго-востока и юга на северо-запад и запад [3]. Как следствие, вдоль контура абхазского побережья сформированы несколько литодинамических береговых систем, развивающихся практически независимо друг от друга [3, 7, 9]. Развитие каждого отдельного участка берега определяется балансом наносов, к приходной составляющей которого относится сток наносов рек и ручьев, поступление наносов со вдольбереговым потоком с соседних участков берега, а также в результате абразии, к расходной – потери наносов на истирание, уход их на большие глубины (в том числе по подводным каньонам, расчленяющим материковый склон и выходящим вершинами в береговую зону), изъятие наносов в результате деятельности человека (добыча песчано-гравийного сырья для нужд строительства, аккумуляция в межбунных карманах и пр.). В естественных условиях на берегах Абхазии чередова-

лись участки с положительным и отрицательным балансом наносов и, как следствие, участки распространения абразионных и аккумулятивных берегов. В частности, аккумулятивные участки были приурочены к дельтовым выступам (в особенности, к бухтам, ими образованным), абразионные – к участкам выхода к морю горных хребтов и возвышенных равнин. Однако строительство берегозащитных сооружений, изъятие наносов и наблюдаемое повышение уровня моря нарушили эту закономерную картину, и в настоящее время абразия и отступление берега охватывают всё большие по протяженности участки береговой зоны.

Результаты и обсуждение. Разработанная морфогенетическая классификация морских берегов Абхазии имеет два основных уровня иерархического деления. На первом уровне берега разделены по морфологическим чертам, указывающим на происхождение, в частности, наличие форм и элементов, созданных абразией (клиф, бенч) и/или аккумуляцией (пляж). Выделены пять типов берегов – абразионные, абразионно-денудационные, абразионно-аккумулятивные, аккумулятивные и техногенные (таблица). На следующем уровне в рамках каждого типа выделены подтипы по характерным формам и элементам, составляющим рельеф береговой зоны.

К *абразионным* отнесены берега, в рельефе которых выражены формы, созданные абразией, активно развивающейся в настоящее время. Выделены два подтипа – абразионные берега с клифом и с уступом размыва, которые, в свою очередь, разделены более подробно в зависимости от наличия прислоненного пляжа или бенча. Абразионные берега с клифом распространены в неосвоенных и слабо освоенных частях побережья (Мюссерская возвышенность (рис. 2), окрестности пос. Эшера и др.). Выполненное сравнение положения береговой линии с 1943 г. до настоящего времени показывает, что скорость отступления бровки клифа не превышает в среднем 0,2 м/год (для уступа размыва скорости несколько больше – около 0,5–0,7 м/год). Берега такого типа развиваются в результате подтачивания подножья клифа или уступа размыва абразией и последующего их обрушения. После крупных обвалов береговая линия на несколько десятков лет выдвигается в сторону моря. Абразионные берега с уступом размыва распространены, в частности, в юго-западной части Пицундского п-ва (с 1943 г. отступили на 60–65 м, рис. 2), Сухумского п-ва (с 1943 г. отступили на 50–55 м).

Таблица – Морфогенетическая классификация берегов Абхазии

Генетическая группа*	Морфогенетический тип берега	
Абразионный (25,3%)	С активным клифом, выработанным в скальных породах	Со ступенчатым или грядовым бенчем
		С прислоненным пляжем
	С уступом размыва, выработанным в рыхлых породах	С валунно-глыбовым бенчем
		С прислоненным пляжем
Абразионно-денудационный (1,9%)	С отмершим клифом, выработанным в скальных породах	С ступенчатым или грядовым бенчем
		С прислоненным пляжем
	С отмершим уступом размыва, выработанным в рыхлых породах	С валунно-глыбовым бенчем
		С прислоненным пляжем
Абразионно-аккумулятивный (27,3%)	С уступом размыва и пляжем полного профиля С современным штормовым валом, наложенным на уступ размыва	
Аккумулятивный (21,8%)	Лагунный с пляжем полного профиля С пляжем полного профиля С пляжем неполного профиля	
Техногенный (23,7%)	С волноотбойной стенкой	Без пляжа С прислоненным пляжем С пляжем полного профиля
	С волноотбойной стенкой и бунами	Без пляжа С прислоненным пляжем С пляжем полного профиля
	С волноотбойной стенкой, бунами и волноломами	Без пляжа С прислоненным пляжем С пляжем полного профиля
	Без волноотбойной стенки, с бунами	Без пляжа С прислоненным пляжем С пляжем полного профиля

Примечание. В скобках указан % от протяженности изученной части берега от Псоу до бухты Скурча.

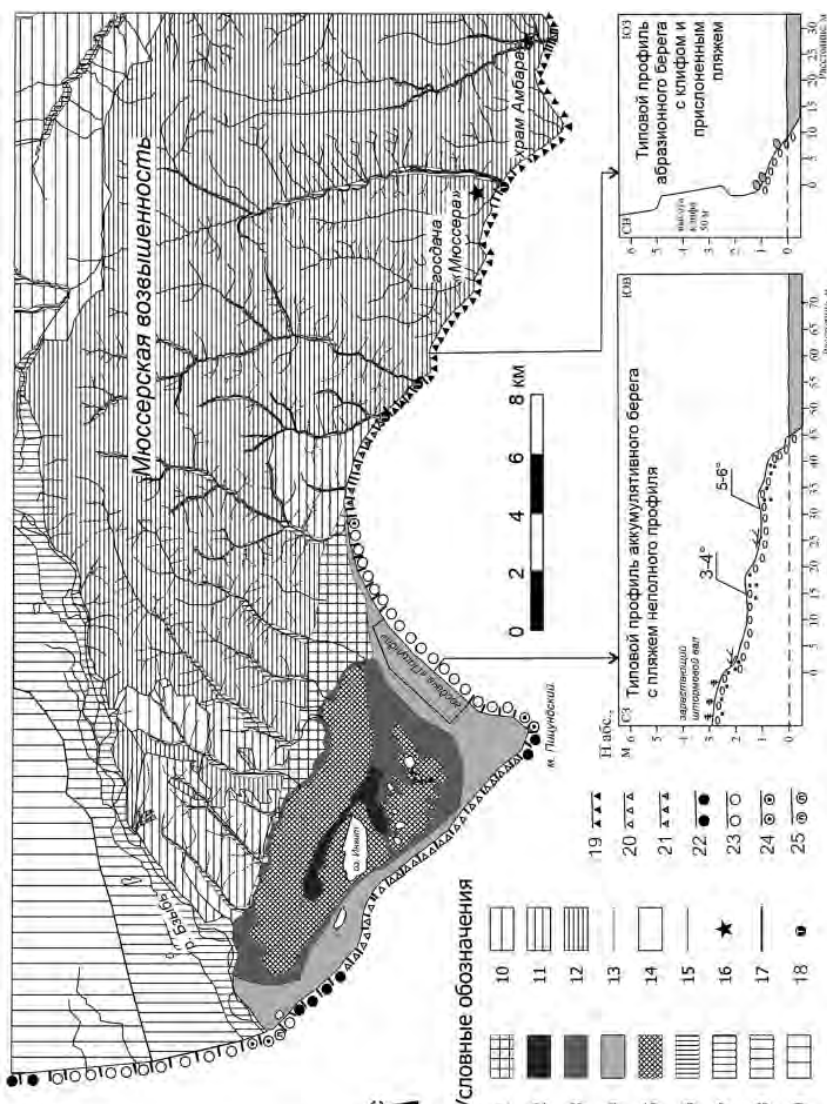
Абразионно-денудационные берега – это берега, морфология которых создана абразией в прошлом, однако в настоящее время этот процесс, в основном, не активен. Чаще всего, это связано с расположением у подножья клифов и уступов размыва объектов инфраструктуры (дорожных насыпей, гостиниц и пр.). Отступление таких берегов возможно в периоды прохождения экстремальных штормов. Этот тип берега не типичен для побережья в целом, выявлен лишь в северной части Пицундского залива, где у подножья высоких клифов Мюссерской возвышенности проложена автомобильная дорога (по свидетельствам местных жителей, несколько раз в год здесь происходят обвалы) (см. рис. 2).

В строении рельефа абразионно-аккумулятивных берегов выражены признаки как абразии, так и аккумуляции. Этот тип берегов демонстрирует реакцию аккумулятивных берегов дельтовых выступов на повышение уровня моря и усиление штормовой активности в Восточном Причерноморье в связи с глобальными изменениями климата.

В строении берегов этого типа выражен пляж полного профиля, наложенный или прислоненный к уступу размыва, выработанному в морской голоценовой террасе.

Анализ аэрофото- и космических снимков показывает, что за 80 лет **абразионно-аккумулятивные берега** отступили: на юго-западном берегу Пицундского п-ва в районе мыса Инкит – на 65–70 м, к северу от устья р. Келасур и на юго-западном берегу Сухумского п-ва – на 40–45 м. Средние скорости отступления абразионно-аккумулятивных берегов не превышают 0,5–0,7 м/год. В отличие от абразионных берегов с уступом размыва на берегах данного типа формируются пляжи полного профиля, существующие на протяжении значительной части года. Можно предположить, что абразионно-аккумулятивные берега образуются там, где высота поверхности голоценовой морской террасы небольшая (до 3,0–3,5 м), и в сильный шторм волны перекатываются через ее уступ, формируя штормовой вал в непосредственной близости от бровки или прямо на ней.

Аккумулятивные берега существуют в Абхазии лишь в западной части крупных бухт (Пицундской (см. рис. 2), Сухумской, Скурча) и близ устьев крупных рек (Бзыбь, Гумиста, Кодор). Для берегов этого типа характерно наличие пляжа полного или неполного профиля, отсутствие признаков абразии. В центральной части Пицундской бухты



установлено наличие непосредственно близ тылового шва пляжа неполного профиля молодых штормовых валов, постепенно зарастающих сосновым лесом. За 80 лет береговая линия сместилась здесь в сторону моря на 20–25 м, а к северу от устья Бзыби – на 70–75 м. Некоторая тенденция к наращиванию суши выражена также на аккумулятивных берегах оконечностей Пицундского и Сухумского мысов (до 0,3–0,4 м/год с 1943 г.).

К **техногенным берегам** отнесены все участки, где в береговой зоне существуют берегозащитные сооружения (волноотбойные стенки, буны, волноломы, каменные наброски), меняющие как облик берега, так и естественные процессы морфо- и литодинамики. Техногенными являются практически все берега курортных городов (кроме г. Пицунды). Берегозащитные сооружения были возведены здесь в первой половине и середине XX века, в настоящее время многие из них частично разрушены и свои функции не выполняют. Так, буны в южной части Гагры и в Сухумской бухте в отсутствие регулярных отсыпок в последние 40 лет частично погребены пляжевыми отложениями, ширина пляжа в межбунных карманах сократилась до 5–8 м в Новой Гагре и до 10–12 м к юго-востоку от устья р. Баслы в Сухуме. В условиях повышения уровня моря берегозащитные сооружения

Рисунок 2 – Геоморфологическое строение и морфогенетические типы берегов полуострова Пицунда и Мюссерской возвышенности

Условные обозначения. Аккумулятивный флювиально-склоновый рельеф голоценового возраста: 1 – поверхности флювиально-склоновых и пролювиально-склоновых шлейфов. Прибрежно-морской рельеф голоценового возраста: 2 – карангатская терраса, 3 – новочерноморская терраса, 4 – нимфейская терраса, 5 – лагунные понижения. Флювиальный и эрозивно-денудационный рельеф долин крупных и малых рек плейстоцен-голоценового возраста: 6 – днища малых долин с нерасчлененным комплексом пойм и террас; 7 – пойма, 8 – I надпойменная терраса, 9 – II надпойменная терраса, склоны: 10 – крутизной менее 15°, 11 – 15-35°, 12 – более 35°, 13 – тальвеги МЭФ.

Прочие обозначения: 14 – водоемы, 15 – постоянные водотоки, 16 – культурно-исторические памятники, 17 – геолого-геоморфологические профили. **Типы берегов:** 18 – техногенные, 19 – абразионные с клифом, 20 – абразионные с уступом размыва, 21 – абразионно-денудационные, 22 – абразионно-аккумулятивные, 23 – аккумулятивные с пляжами неполного профиля, 24 – аккумулятивные с пляжами полного профиля, 25 – аккумулятивные лагунные

активно разрушаются в сильные шторма, ширина пляжей почти повсеместно неуклонно сокращается с конца 80-х годов XIX века. Исключения составляют техногенные берега Нового Афона и Гудауты, где ширина пляжа в последние 60 лет менялась незначительно. Вероятно, этому способствует близкая к широтной ориентация береговой линии.

На основе полученных результатов можно сделать следующие основные **выводы**:

1. Морфология берегов Абхазии определяется сочетанием природных и антропогенных факторов, ведущие из которых в настоящее время – общее тектоническое воздымание побережья, геолого-геоморфологическое строение прибрежной зоны и шельфа, ветро-волновой режим, речной сток, повышение уровня моря и гидротехническое строительство в береговой зоне. Естественная тенденция современного развития берегов – отступление в результате абразии, и лишь на ограниченных участках (в бухтах, образованных дельтовыми выступами) наблюдается аккумуляция, приводящая к выдвигению суши.

2. Рельеф почти 80% обследованных берегов на участке от Псоу до бухты Скурча включает элементы, созданные абразией при нынешнем уровне моря, а около 55% испытывают тенденцию к направленному смещению береговой линии в сторону суши за период с 1943 г. до настоящего времени. Максимальные скорости отступления характерны для абразионных и абразионно-аккумулятивных берегов юго-западных побережий крупных дельтовых выступов (Пицундский и Сухумский п-ва) и составляют около 1 м/год.

3. В условиях открытости большей части побережья господствующим в годовом цикле волнениям южных и западных румбов аккумуляция в береговой зоне и наращивание суши происходят в том случае, если присутствует один или несколько из трех основных факторов: 1) величина речного стока превышает расход вдольберегового потока наносов и потери наносов на истирание и их уход на материковый склон по подводным каньонам (эти условиях характерны лишь для областей близ устьев крупнейших рек, в частности, Бзыби и Кодора); 2) береговая линия ориентирована с юго-запада на северо-восток и вблизи участка имеется источник пляжеобразующих наносов (такая обстановка сложилась в западной части Пицундской и Сухумской

бухт); 3) аккумуляция наносов происходит с наветренной стороны от поперечных берегозащитных и причальных сооружений (к примеру, с западной стороны от мола Сухумского порта или в межбунных карманах в районе ст. Тхеми и Холодная Речка, Новом Афоне). Скорость наращивания берега за счет аккумуляции достигает наибольших значений с наветренной стороны от бун и молов (более 1–1,5 м/год), а в естественных условиях (к примеру, в Пицундской бухте) не превышает 0,5 м/год.

Список литературы

1. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М., 1996. 400 с.
2. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М., 1958. 380 с.
3. Кикнадзе А.Г. Динамика пляжей Черного моря в пределах Грузинской ССР в связи с проблемой берегоукрепления: дисс. ... канд. геогр. наук. Тбилиси, 1970. 336 с.
4. Экба Я.А., Дбар Р.С. Особенности динамики береговых наносов черноморского побережья Абхазии // Известия ЮФУ. 2009. С. 71–80.
5. Дбар Р.С., Медведовский В.В. Влияние изменения антропогенной нагрузки на характер устойчивости системы берег-море на примере побережья Абхазии / Материалы XXIV Международной береговой конференции «Морские берега – эволюция, экология, экономика». Краснодар: Издательский дом Юг, 2012. С. 37–41.
6. Медведовский В.В., Косьян Р.Д., Крыленко М.В., Крыленко В.В. Исследования современной динамики берегов Абхазии / Международный семинар «Экология прибрежной зоны внутренних морей». Геленджик, 2014. С. 96–100.
7. Балабанов И.П., Никифоров С.П. Гагрский залив. Рекреационный потенциал природно-геологических условий прибрежно-морской зоны. М., 2016. 288 с.
8. Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. М., Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.
9. Пешков В.М. Галечные пляжи неприливных морей. Основные проблемы теории и практики. Краснодар, 2005. 444 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ТАГАНРОГЕ

*Пискунова А.А., Хребтенко А.С., Куликова А.И., Крылова А.А.,
Хозяинова Д.А., Нестеров А.Д., Сорокина В.Д., Безбердая Л.А.,
Ковач Р.Г.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра геохимии ландшафтов и географии почв*

Во многих городах главной экологической проблемой является загрязнение атмосферного воздуха взвешенными частицами, которые содержат потенциально опасные химические элементы: тяжелые металлы и металлоиды (ТММ). В качестве индикатора геохимического воздействия в городах часто используется снежный покров, который является депонирующей средой и позволяет провести интегральную оценку состояния и загрязнения атмосферного воздуха. В последние годы существенно возросло рекреационное использование побережья Азовского моря, что вызывает необходимость изучения экологического состояния приморских городов, которые испытывают усиливающееся антропогенное воздействие. Среди таких городов выделяется Таганрог, являющийся также промышленным центром, важными морским и торговым портом.

Целью экспедиции была эколого-геохимическая оценка по снежному покрову загрязнения города Таганрог. В связи с этим, были поставлены следующие задачи: 1) рассмотреть распределение загрязняющих веществ в Таганроге; 2) охарактеризовать трансформацию основных физико-химических свойств снега в пределах города; 3) изучить макрокомпонентный состав снеговых вод; 4) выявить зоны с максимальным уровнем пылевой нагрузки.

Объект и методы исследования. Зимняя экспедиция кафедры геохимии ландшафтов и географии почв проходила с 27 января по 4 февраля 2022 года. В экспедиции приняли участие студенты 1–3 курсов бакалавриата и 2-ого курса магистратуры. В рамках работы упор делался на количественную оценку поставки поллютантов в депонирующую среду (снежный покров) из транзитной среды (атмосферный воздух).

В качестве объекта исследования выступали ландшафты рекреационно-промышленного г. Таганрога. Город расположен в Ростовской области на берегу Таганрогского залива Азовского моря. Негативное влияние на окружающую среду могут оказывать металлургический завод ТМЗ и другие промышленные предприятия, транспортная инфраструктура и коммунально-бытовые отходы. В соответствии с преобладающим типом влияния были выделены функциональные зоны города: промышленная, транспортная, селитебная и рекреационная. Всего было отобрано 35 проб снега в пределах города и 3 пробы снега на фоновом участке в 15 км к востоку от Таганрога.

Отбор проб производился при помощи пластикового совка и маленькой металлической лопаты на всю глубину снежного покрова с конкретной площади в наиболее репрезентативных точках. Затем пробы растапливались, и путем фильтрования через предварительно взвешенные мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм выделялись жидкая (фильтрат) и твердая (фильтр со взвесью) фазы, которые далее анализировали раздельно. Значения pH и минерализации талых снеговых вод измерялись в нефилтрованной пробе потенциометрическим методом.

На камеральном этапе в Эколого-геохимическом центре географического факультета МГУ определялся макрокомпонентный состав снеговых вод. Анионный состав фильтрата (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) определяли на жидкостном ионном хроматографе «Стайер», катионный состав (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) – на атомно-абсорбционном спектрометре с пламенной атомизацией «новАА-400» фирмы «Analytik-Jena AG». Результаты анализировались статистическими методами. Пылевую нагрузку ($\text{кг}/\text{км}^2$ в сутки) в точках на фоновой и городской территориях вычисляли по формуле $Pn = m/(S \cdot l)$, где m – масса взвеси на фильтре, кг; S – площадь, с которой отобрана проба, см^2 ; l – количество дней снегостава.

Основные физико-химические свойства и макрокомпонентный состав талых снеговых вод. Величина pH фоновых талых снеговых вод варьируется от 6,4 (слабокислая реакция среды) до 6,9 (нейтральная) при среднем значении 6,7 (табл. 1). Минерализация составляет в среднем 9 мг/л. В пределах города величина pH изменяется от 6,5 (слабокислая) до 10 (сильнощелочная). Подщелачивание снежного покрова в городе относительно фоновых территорий составляет

в среднем 0,6, достигая 4 единиц. Минерализация в среднем составляет 30 мг/л, что в 3 раза превышает фоновое значение.

Таблица 1 – Основные физико-химические характеристики снеговой воды в функциональных зонах Таганрога в 2022 г.

Функциональная зона (число проб)	pH	Минерализация, мг/л	Пылевая нагрузка, кг/км ² в сутки
Селитебная (11)	7,3 (6,8–8,0)	27 (15–56)	56 (17–119)
Транспортная (13)	7,1 (6,5–7,6)	32 (12–120)	72 (19–118)
Промышленная (8)	7,5 (6,6–10)	32 (10–73)	253 (18–1413)
Рекреационная (3)	7,7 (6,7–9,0)	34 (10–55)	183 (32–408)
Город в целом (35)	7,3 (6,5–10)	30 (10–120)	116 (17–1413)
Фон (3)	6,7 (6,4–6,9)	9,0 (7,0–11)	32 (24–43)

Примечание. В скобках указаны минимальные и максимальные значения

В зависимости от функциональной зоны pH в среднем варьируется от 7,1 до 7,7, а минерализация – от 27 до 34 мг/л, достигая максимальных значений в рекреационных и промышленных зонах (табл. 1). Это свидетельствует о присутствии в снеговом покрове большого количества пылевых частиц, часть которых при таянии снега переходит в растворенную фазу [1]. Минерализация имеет положительную корреляционную связь с показателем pH. В рекреационных зонах, расположенных у побережья моря, высокие значения показателей связаны с ветровой поставкой солей с поверхности Азовского моря. Для территорий промышленных зон характерна эмиссия карбонатной пыли от транспорта и промышленных предприятий, имеющей щелочную реакцию среды, что приводит к увеличению значений pH и минерализации [2]. Также подщелачиванию снеговых вод способствуют выбросы золы городских котельных и твердых фракций сгоревшего топлива [3].

На фоновых участках в талых снеговых водах среди анионов преобладают Cl^- , а катионов – Ca^{2+} , то есть снеговая вода относится к хлоридно-кальциевому классу (рис. 1). В городе содержание и соотношение макрокомпонентов сильно меняется. Выбросы пыли, оксидов серы, азота, углерода способствуют увеличению содержания всех ионов и, следовательно, техногенной трансформации химического состава снеговых вод [4]. В пределах города из-за растворения карбонатов техногенного происхождения, содержащихся в пыли, в 5 раз увеличивается содержание катиона Ca^{2+} относительно фоновых территорий. Процент данного макрокомпонента возрастает в ряду: рекреационная зона < промышленная < селитебная < транспортная (рис. 2). В такой же последовательности повышается показатель pH. Данная зависимость обусловлена тем, что Ca^{2+} при возможности связывается с CO_3^{2-} , а водородный показатель pH отражает влияние подкисляющих и подщелачивающих соединений на карбонатное равновесие [5]. Высокие значения Cl^- и Ca^{2+} могут быть связаны и с применением CaCl_2 и NaCl или мраморной крошки в качестве антигололедных средств [6].

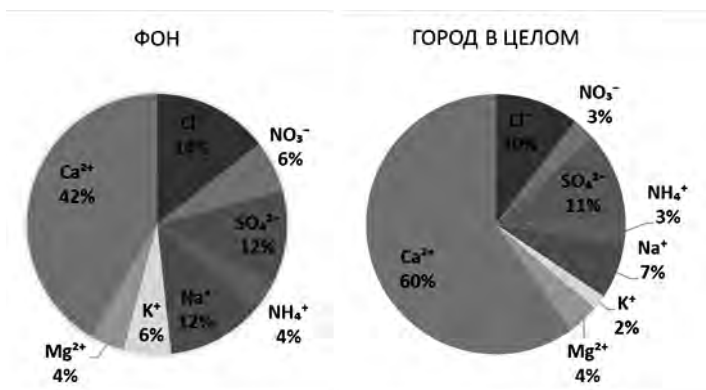


Рисунок 1 – Макрокомпонентный состав снеговых вод на фоновой территории и в городе

Для рекреационной, селитебной и промышленной зоны преобладающим анионом являются SO_4^{2-} (рис. 2). Повышение сульфатов может быть связано с выбросами SO_2 в процессе производства стали металлургического завода [1]. Для транспортной зоны большую долю

имеет Cl⁻. Среди катионов помимо Ca значительна доля Na (11%), который может в талую воду от противогололедных средств хлоридно-натриевого состава. Доля остальных ионов слабо дифференцируется по функциональным зонам.

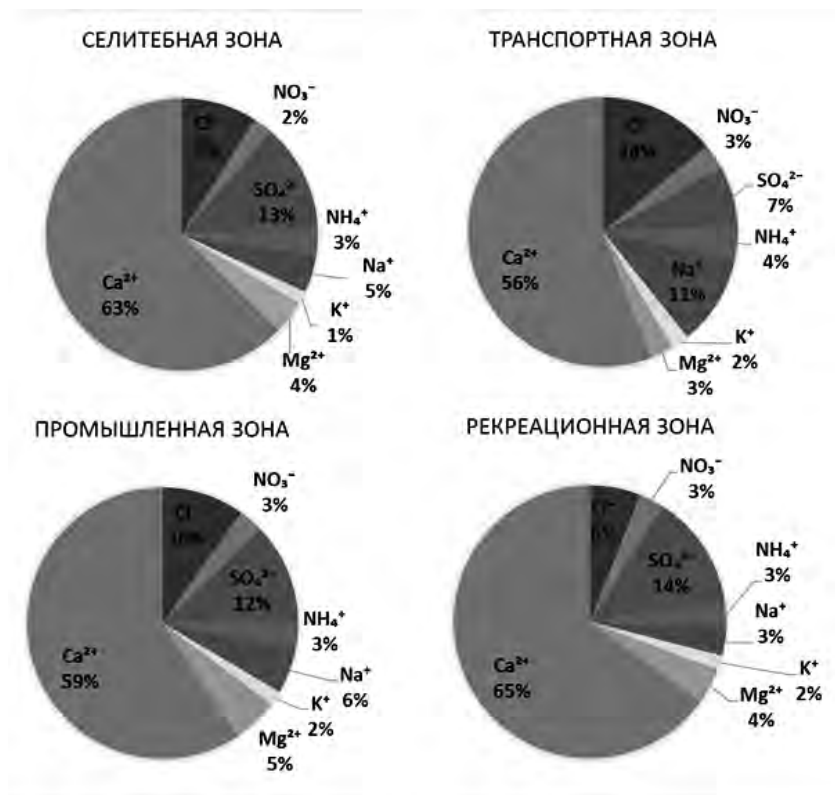


Рисунок 2 – Макрокомпонентный состав снеговых вод в функциональных зонах Таганрога

Суточная пылевая нагрузка (P_n) на территории Таганрога в среднем составляет 116 кг/км² в сутки, что в 4 раза превышает данный показатель для фоновой территории (табл. 1). В пределах города значение P_n сильно варьируется: от 17 до 1413 кг/км² в сутки.

Таблица 2 – Макрокомпонентный состав талых снеговых вод (мкг-экв/л) в функциональных зонах Таганрога в 2022 г.

Функциональные зоны (число проб)	Главные анионы				
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻			SO ₄ ²⁻
Селитебная (11)	62 (24–204)	16 (9,2–26)			91 (31–304)
Транспортная (13)	86 (35–207)	19 (10–40)			45 (25–109)
Промышленная (7)	78 (26–175)	23 (14–36)			94 (33–315)
Рекреационная (4)	43 (23–61)	20 (14–26)			99 (30–261)
Город в целом (35)	72 (23–207)	19 (9,2–40)			75 (25–315)
Фон (3)	28 (17–36)	13 (7,1–18)			23 (19–24)
Функциональные зоны (число проб)	Главные катионы				
	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Селитебная (11)	20 (5,5–47)	31 (23,1–47)	9,9 (2,6–18)	27 (8,3–67)	431 (142–760)
Транспортная (13)	24 (5,5–73)	68 (24–184)	13 (2,6–26)	18 (8,3–26)	344 (105–677)
Промышленная (7)	27 (5,5–60)	45 (18–103)	14 (2,6–39)	43 (17–94)	475 (195–785)
Рекреационная (4)	21 (11–28)	24 (21–28)	12 (6,4–15)	30 (8,3–79)	465 (188–861)
Город в целом (35)	23 (5,5–73)	47 (18–184)	12 (2,6–39)	27 (8,3–94)	412 (105–861)
Фон (3)	7,8 (5,5–12)	23 (14–35)	11 (5,9–16)	8,3 (8,2–8,4)	82 (1,5–146)

Примечание. В скобках указаны минимальные и максимальные значения.

Наибольшая запыленность выявлена на территориях промышленных зон Таганрога, где средний P_n составляет 253 кг/км² в сутки, что отличается от фоновых значений в 8 раз. Максимальное значение суточной нагрузки наблюдается в этой же зоне вблизи с мартеновским цехом по выплавке металлолома Таганрогского металлургиче-

ского завода (ТМЗ) и крупной транспортной развязкой и составляет 1413 кг/км^2 в сутки, что почти в 45 раз выше фона. Так, на мартеповском производстве ТМЗ, в состав которого входит 3 мартеновские печи, в качестве резервного топлива используется мазут, в результате чего в атмосферном воздухе города увеличивается содержание таких загрязняющих веществ, как NO_2 , CO_2 , SO_2 , а также пылевых мелкодисперсных частиц [7].

При увеличении количества взвеси рН и минерализация увеличиваются (рис. 3, 4). Такая корреляционная зависимость связана с эмиссией в городе пыли с более щелочной реакцией среды ($\text{pH} > 7$). При выпадении из атмосферы пыль осажается на снежном покрове и с талыми снеговыми водами поступает в поверхностные горизонты почв, где она способна накапливаться в течение длительного времени [8].

Рекреационная зона Таганрога – вторая по уровню запыления (183 кг/км^2 в сутки), что связано с ее относительно близким расположением к ТМЗ. Значения Pn в рекреационной зоне варьируются от 32 до 408 кг/км^2 в сутки (табл. 1). Максимальное значение показателя зафиксировано ниже основной части города на территории набережной и летней парковки. Причиной этого может быть атмосферный перенос твердых частиц от ТМЗ, который расположен в 500 м к западу от точки. Минимальное значение Pn обнаружено в парке имени Горького (32 кг/км^2 в сутки), что связано с его удалением от промышленных районов города и слабым воздействием автомобильных транспортных средств.

В селитебных (56 кг/км^2 в сутки) и транспортных (72 кг/км^2 в сутки) зонах пылевая нагрузка в среднем в 2–4 раза ниже, чем в рекреационных и промышленных зонах, однако в 3 раза выше фоновых значений (табл. 1).

Средняя величина суточной пылевой нагрузки в Таганроге в 5 раз выше этого показателя в крупном мегаполисе – Москве (27 кг/км^2 и 120 кг/км^2 соответственно). В Москве наибольшая запыленность выявлена в транспортных зонах из-за высокой интенсивности движения транспортных средств и заторов [2], а в Таганроге – в промышленных зонах, что указывает на высокую долю промышленных предприятий в загрязнении окружающей среды города.

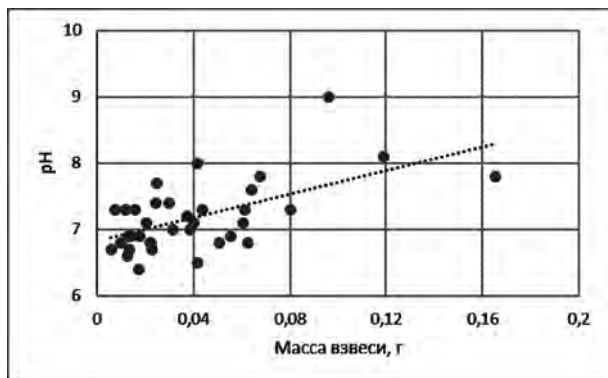


Рисунок 3 – Зависимость показателя pH от содержания пыли

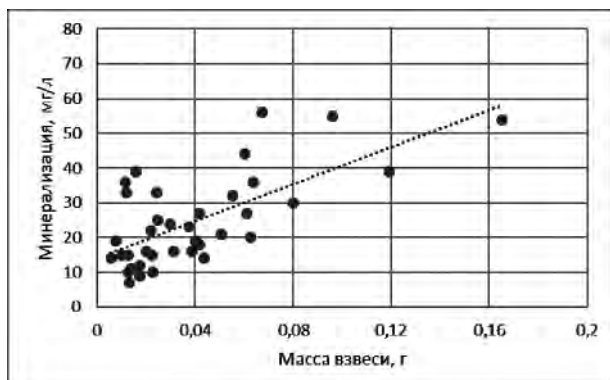


Рисунок 4 – Зависимость показателя минерализации от содержания пыли

Заключение. Проведенные исследования выявили подщелачивание снежного покрова в пределах города. Максимальные значения pH и минерализации обнаружены в снеге промышленных и рекреационных зон.

На фоновых участках снеговая вода относится к хлоридно-кальциевому классу. В городе содержание и соотношение макрокомпонентов сильно меняется. Выбросы пыли, оксидов серы, азота, углерода способствуют увеличению содержания всех ионов и трансформации хи-

мического состава снеговых вод. Из-за растворения карбонатов техногенного происхождения в городе в 5 раз увеличивается содержание катиона Ca^{2+} относительно фоновых территорий. Преобладание ионов Cl^- и Ca^{2+} связано с применением CaCl_2 , NaCl и мраморной крошки в качестве антигололедных средств. В городе из-за воздействия Таганрогского металлургического завода происходит повышение сульфатов в талых снеговых водах.

Территории промышленных зон Таганрога отличаются наибольшей запыленностью, в особенности вблизи с мартеновским цехом по выплавке металлолома Таганрогского металлургического завода. Высокие значения пылевой нагрузки выявлены также в рекреационной зоне, что связано с атмосферным переносом пылевых частиц. Выявлено, что средняя величина суточной пылевой нагрузки в Таганроге в 5 раз выше этого показателя в Москве, что указывает на высокую долю промышленных предприятий в загрязнении окружающей среды Таганрога.

Список литературы

1. Власов Д.В., Голованов Д.Л., Кошовский Т.С., Малахов Г.А., Минасян Т.Э., Хлынина А.В., Чекменева Н.А., Ястребова Л.В. Индикация по снежному покрову воздействия ОАО «Славнефтьянос» на ландшафты пригорода г. Ярославля для оценки экологического риска // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 4. С. 402–408.
2. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2012. № 4. С. 14–24.
3. Савватеева О.А., Алексеева Л.И., Каманина И.З., Каплина С.П. Оценка загрязнения территории городского поселения от источников антропогенного воздействия на основе химического анализа снежного покрова на примере Дубны // Современные проблемы науки и образования. 2007. № 5. С. 115–123.
4. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013. 208 с.
5. Vlasov D., Vasil'chuk J., Kosheleva N., Kasimov N. Dissolved and Suspended Forms of Metals and Metalloids in Snow Cover of Megacity: Partitioning and Deposition Rates in Western Moscow // Atmosphere. 2020. V. 11. DOI: 10.3390/atmos11090907.

6. Систер В.Г., Корецкий В.Е. Инженерно–экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период. М.: ЦентрМГУИЭ, 2004. 159 с.

7. Нови И.Н. Эколого-географическая оценка состояния окружающей среды промышленных городов (на примере г. Таганрога): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. Ростов-на-Дону, 2002. 200 с.

8. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. М.: АПР, 2016. 276 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗИМОЙ 2022 ГОДА*

*Овчинникова О.В.¹, Аверина А.А.¹, Антипов Н.Е.¹, Виногоров А.А.¹,
Воловцов А.А.¹, Головнин К.И.¹, Кузнеценко И.А.¹, Петров Н.А.¹,
Полухин С.И.¹, Сушинцев И.М.¹, Хорошева А.С.¹, Ефимов В.А.^{1,2},
Ломов В.А.^{1,2}, Фролова Н.Л.^{1,2}*

*¹Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра гидрологии суши*

²Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

Введение. Ледовый режим Рыбинского водохранилища наиболее детально исследован по сравнению с другими водохранилищами бассейна Верхней Волги. Однако, в силу значительной протяженности, ограниченности данных стандартных гидрологических наблюдений, необходимости привлечения новых дистанционных методов, актуальность проведения натурных наблюдений остается весьма высокой. Исследование ледового режима проводится как с помощью активных и пассивных методов дистанционного зондирования, авиационной разведки, так и посредством многолетних наблюдений в полевых условиях (на постах и рейдовых вертикалях, выполнением ледово-термических разрезов и съемок, специальными наблюдениями за нарастанием и таянием льда и т. д.). Ледовый режим объекта исследования не постоянен и находится под действием изменения климатических факторов – температурного режима и атмосферной циркуляции (ветровой режим). Это проявляется в изменении времени начала, конца и продолжительности ледостава. Одно из основных свойств ледяного покрова Рыбинского водохранилища – это неоднородность его тол-

* Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы кафедры гидрологии суши МГУ «Гидрологический режим водных объектов суши в условиях изменения климата и антропогенного воздействия», а также в рамках научно-исследовательских работ с ПАО РусГидро по теме «Измерение выбросов парниковых газов и оценка поглощающей способности гидроэнергетических объектов».

щины и структуры в пределах акватории. В зависимости от условий ледообразования ледяной покров водохранилища состоит из кристаллического, шугового и снежного льда. Вследствие того, что условия ледообразования неодинаковы на различных участках водохранилища, структура ледяного покрова также неоднородна. *Цель исследований* – оценка пространственной изменчивости характеристик ледяного покрова по данным натурных и дистанционных наблюдений.

Методы исследований. Измерения характеристик ледяного покрова проводились в рамках экспедиции НСО кафедры гидрологии суши с 26 января по 5 февраля 2022 г. силами студентов и преподавателей кафедры. В каждой точке измерений определялись толщина льда, высота и плотность снежного покрова, для отобранных кернов описывалась структура льда. Расположение точек ледемерной и снегомерной съемки показано на рис. 1. Местоположение профилей (I – в районе Брейтово; II – в районе Пошехонья) было выбрано так, чтобы они проходили вдоль треков спутника Jason-3. В дальнейшем это позволит провести сопоставление данных со спутника и данных непосредственных измерений на водохранилище. Для оценки особенностей ледообразования текущего года были использованы данные по уровням и ледовым явлениям по 5 гидрологическим постам Рыбинского водохранилища, любезно предоставленные сотрудниками Центрального УГМС.

На основе анализа ряда космических снимков Рыбинского водохранилища (изображения в видимом диапазоне многоканального спектрорадиометра MODIS спутника Terra) и архивных данных о погоде в Брейтово, Пошехонье, Рыбинске и Череповце за изучаемый период были выявлены особенности замерзания водохранилища зимой 2021–2022 гг.

Результаты и их обсуждение. Во время многолетних наблюдений (1947–1972) было отмечено, что для Рыбинского водохранилища наиболее характерны два типа начала ледостава [1]. В зависимости от гидрометеорологических условий и морфологических особенностей, разные участки водохранилища могут замерзать в соответствии с одним или другим типом. Первый тип характерен для озер и водохранилищ в тихую погоду и может происходить лишь при отсутствии ветрового волнения, когда при отрицательных значениях температуры

воздуха вода переохлаждается только в тонком поверхностном слое. В этом слое возникают первичные игольчатые кристаллы, из которых формируется тонкая первоначальная корка льда. Дальнейшее нарастание толщины льда происходит уже в результате кристаллизации воды на нижней поверхности ледяного покрова.

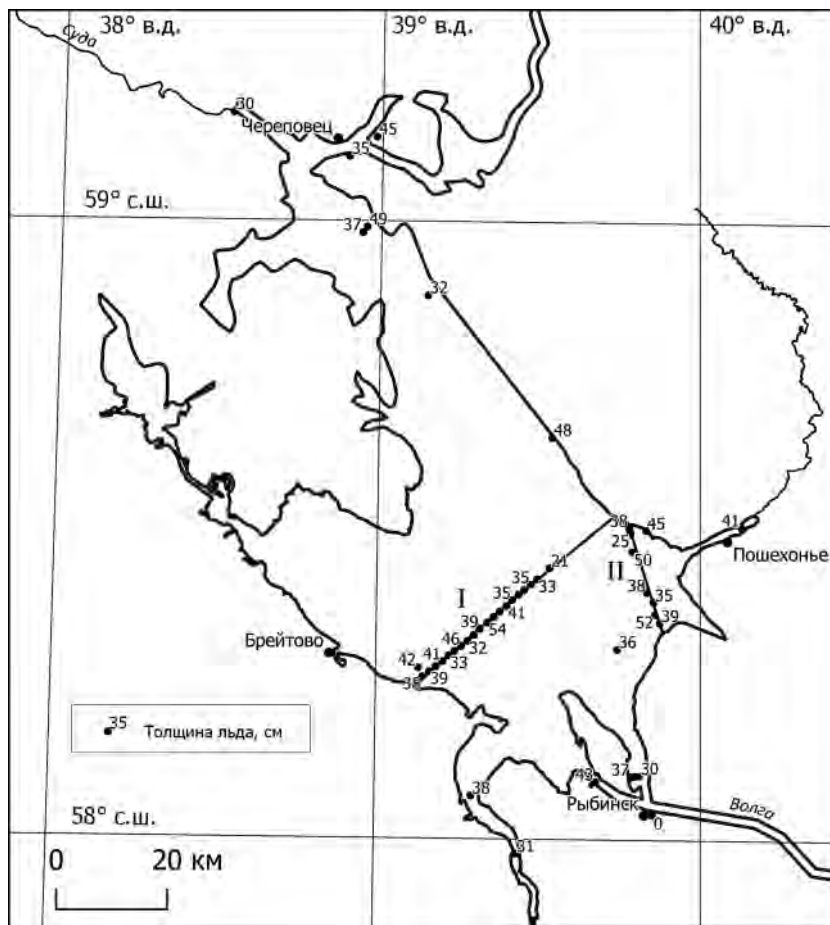


Рисунок 1 – Расположение точек ледомерной и снегомерной съемки

Скорость этого процесса определяется тепловым потоком от водной массы через слой льда в атмосферу. Второй тип ледообразования характерен для озер и водохранилищ в ветреную погоду. Вследствие интенсивного турбулентного перемешивания переохлаждение воды при этом распространяется на значительную глубину, что приводит к образованию внутриводного льда в виде кристаллов, взвешенных в потоке или примерзших к погруженным в воду предметам и ко дну (донный лед). Кристаллы внутриводного льда могут также заноситься течением под кромку ледяного покрова и откладываться под ним в виде скоплений неподвижной шуги.

С 1 декабря 2021 г. над Рыбинским водохранилищем установились устойчивые отрицательные температуры воздуха (как среднесуточные, так и максимальные). Начался интенсивный процесс ледообразования при сравнительно небольших отрицательных температурах (от -4 до -8°C) и умеренной скорости ветра (2–3 м/с) (табл. 1). 5 декабря практически все водохранилище было покрыто льдом (рис. 2).

Таблица 1 – Погода в Брейтово (1) и Пошехонье (2) в период замерзания водохранилища, источник: <https://rp5.ru/>

Дата	Среднесуточные температуры, $^{\circ}\text{C}$		Среднесуточная скорость ветра, м/с		Направление ветра	
	1	2	1	2	1	2
09.12.2021	-20,1	-23,4	1	2	З	З
08.12.2021	-11,8	-11,0	1	4	СЗ	З
07.12.2021	-8,4	-9,1	2	2	ЮВ	ВЮВ
06.12.2021	-16,1	-20,3	3	1	ВЮВ	ВСВ
05.12.2021	-17,9	-20,2	2	3	СЗ	СВ
04.12.2021	-4,3	-4,5	2	2	З	З
03.12.2021	-3,6	-5,3	1	3	ЮВ	В
02.12.2021	-7,2	-7,1	2	5	З	З
01.12.2021	-5,1	-4,4	3	4	З	З
30.11.2021	0,5	1,4	4	2	ВЮВ	В



Рисунок 2 – Изображение Рыбинского водохранилища в видимом диапазоне многоканального спектрорадиометра MODIS спутника Terra на 05.12.21, источник: worldview.earthdata.nasa.gov

При этом лед установился в Моложском, Шекснинском и частично в Волжском плесе, а также вдоль всего берега полосой шириной в 3–5 км (восточный, северный и южный берега) или 0,5–1 км (западный берег). А центральный плес был занят шугой, салом и блинчатым льдом. Причем доля площадей, не покрытых льдом, уменьшалась при движении с северо-запада на юго-восток. Это могло быть вызвано как уменьшением температур воздуха в том же направлении, так и преобладанием западных ветров, которые сносили ледяные поля к восточному берегу.

9 декабря на водохранилище установился сплошной ледяной покров. Причем период с 5 по 9 декабря характеризовался низкими температурами воздуха (от -8 до -20°C) и небольшими скоростями ветра (2 м/с). Описывая ветровые условия, необходимо отметить, что в пределах самого Рыбинского водохранилища скорость ветра над акваторией в среднем почти на 40% больше, чем на прибрежных стан-

циях [1]. Таким образом, скорости ветра над самим водохранилищем в период установления ледостава колебались между 1,4 и 7 м/с, и наибольшие значения достигались у восточного берега в начальный период замерзания водохранилища (порывы до 12 м/с в Пошехонье и, соответственно, примерно до 17 м/с в центральной части водохранилища).

Собранные данные о структуре и мощности ледяного и снежного покровов (на конец января – начало февраля 2022 г.) для двух профилей представлены на рис. 3–4.

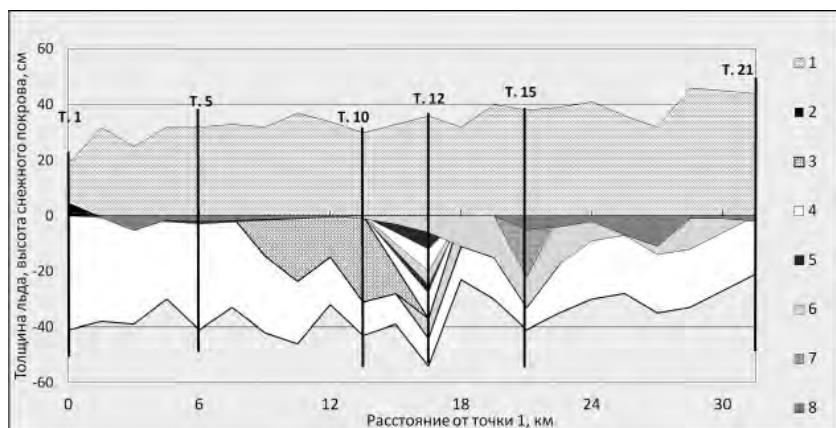


Рисунок 3 – Структура льда и снежного покрова вдоль I профиля (район Брейтово)

1 – снег; 2 – вода; 3 – сочетание коричневого шугового и прозрачного кристаллического льда; 4 – кристаллический лед (прозрачный); 5 – кристаллический лед (коричневатый); 6 – белесый лед (шуговой); 7 – коричневый лед (шуговой); 8 – белесый лед (снежный)

1. Профиль в районе Брейтово (I). В целом по мере движения от берега на восток, в центр водохранилища, мощность ледяного покрова уменьшается, высота снежного покрова увеличивается, при этом суммарная мощность снежного и ледяного покровов остается примерно на одном уровне и составляет примерно 70 см (рис. 3).

У западного берега водохранилища почти весь ледовый разрез состоит из прозрачного кристаллического льда. По мере движения к

центру водохранилища неоднородность льда возрастает, он становится слоистым. Между т. 10 (рис. 5а) и 15 верхний слой льда становится более рыхлым и приобретает белый или сероватый цвет. В нижележащих слоях появляются темно-коричневые размывы и прослойки. При этом самый нижний слой льда остается прозрачным кристаллическим. Границы между слоями неровные, но явные.

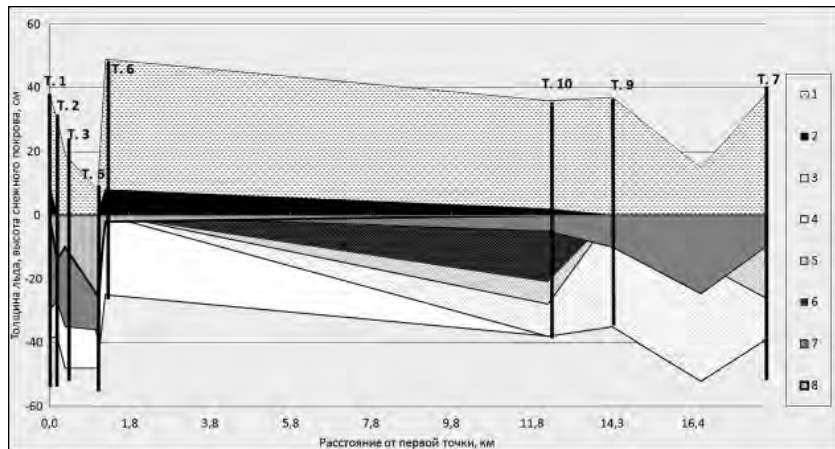


Рисунок 4 – Структура льда и снежного покрова вдоль II профиля (район Пошехонья)

1 – снег; 2 – вода; 3 – кристаллический лед (прозрачный); 4 – кристаллический лед (прозрачный с коричневыми включениями); 5 – белесый лед (шуговой); 6 – кристаллический лед (коричневый); 7 – снежный лед; 8 – промерзший снег

Особо показателен керн на т. 12 (рис. 5б). Он состоит из 3 слоев, каждый из которых, в свою очередь, состоит из белесого льда с неясным переходом в темно-коричневый и затем таким же неясным переходом в прозрачный кристаллический лед.

2. Профиль в районе Пошехонья (II). Вдоль профиля (см. рис. 4) хорошо прослеживается двухслойное строение льда: верхний слой состоит из белесоватого более рыхлого льда, нижний – из прозрачного кристаллического. Очень хорошо просматривается взаимосвязь между мощностью ледяного и снежного покрова: чем мощнее снежный покров, тем тоньше лед (коэффициент корреляции $-0,92$). Особо

показательны т. 5 и 6. Расстояние между ними всего 230 м, однако мощность снежного покрова увеличивается с 8 до 49 см (значения являются для данного профиля минимальным и максимальным соответственно), а толщина льда падает с 48 до 25 см. В точке 6 на лед выходит вода, создавая слой снежной каши мощностью 7–8 см.

Формирование прибрежного льда с 1 по 5 декабря проходило по первому типу ледообразования (из-за более низких скоростей ветра в береговой зоне). Так как профиль II (в районе Пошехонья) почти полностью попадает в зону прибрежного льда, ледяной покров вдоль него состоит преимущественно из кристаллического льда разной степени загрязненности.

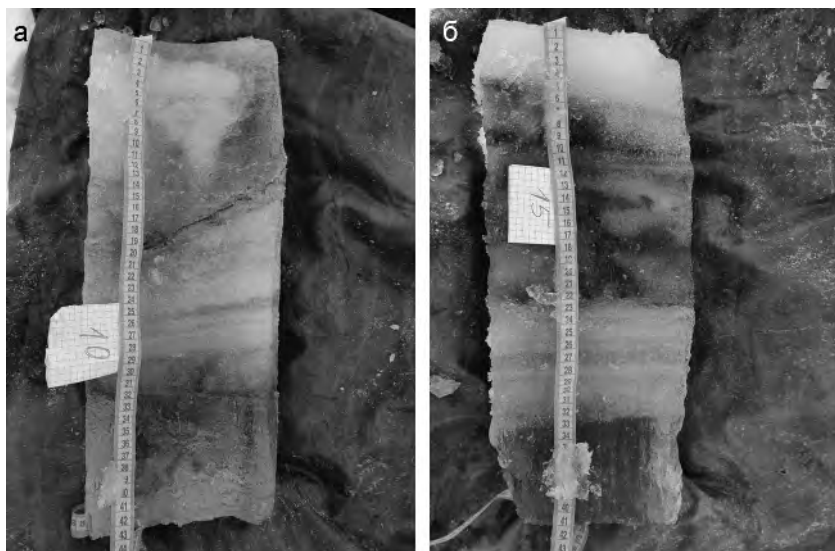


Рисунок 5 – Фото кернов льда в т. 10 (а) и 12 (б) I профиля

Ледяной покров вдоль профиля I формировался в период с 5 по 9 декабря. Здесь образованию сплошного покрова предшествовало появление сала, внутриводного льда, шуги и льдин в период с 1 по 5 декабря, которые под воздействием западных ветров сносились к восточному берегу.

В западной части водохранилища в условиях низких температур воздуха, невысоких скоростей ветра и оттока внутреннего льда на восток ледообразование прошло по первому типу. То есть вслед за образованием тонкой корки льда произошло нарастание его толщины путем кристаллизации воды на нижней поверхности этой корки. В результате, ледяной покров в западной части I профиля (т. 1–5) состоял исключительно из мощного прозрачного кристаллического льда.

Процессы ледообразования в центральной части I профиля (т. 10–15) можно отнести ко второму типу. В этой части водохранилища в период с 1 по 5 декабря скопилось большое количество внутриводного льда, который образовался здесь в условиях высоких скоростей ветра и относительно невысоких температур воздуха. С 5 декабря благодаря резкому падению температур внутриводный лед начал смерзаться, образуя шуговой лед.

Из-за относительно невысоких скоростей ветра и низких температур воздуха на некоторых участках I профиля возник отрицательный тепловой баланс, и процесс образования шугового льда шел параллельно с формированием кристаллического льда. В результате, в верхней части некоторых кернов (например, на т. 10 I профиля) мы видим чередование кристаллического и шугового льда в пределах одного слоя (как следствие неравномерного откладывания шуги на нижней границе льда и заполнения «незанятых» шугой мест кристаллическим льдом).

Кроме того, на точках, где ледообразование проходило предположительно по второму типу, под слоем шугового льда есть мощный слой кристаллического льда. Так как после промерзания слоя шуги, находящегося на поверхности водохранилища, при отрицательном тепловом балансе происходит нарастание толщины льда за счет кристаллизации воды [2].

На т. 12 профиля I (рис. 5а) чередование слоев кристаллического и шугового льда происходит три раза. Эта особенность может быть следствием дрейфа внутриводного льда с западных частей водохранилища под воздействием ветра и волн. Вероятно, приплывшая шуга откладывалась на поверхности кристаллического льда, который успел нарасти на первичном слое шугового льда.

Неоднородность толщины ледяного покрова на разных участках водохранилища определяется не только особенностями замерзания водохранилища, но и интенсивностью нарастания льда.

Наращение льда может происходить сверху за счет образования снежного льда на верхней поверхности ледяного покрова и снизу за счет дальнейшей кристаллизации воды на нижней поверхности ледового покрова.

Снежный лед образуется при промерзании уплотненного, смоченного водой снега. Слой воды или «снежной каши» надо льдом частое явление на водоемах. Он может появляться по ряду причин. Во-первых, это может произойти в результате таяния снега во время оттепелей. В этом случае избыток воды стекает вниз, накапливается у ледяного покрова, и здесь образуется «снежная каша», которая после замерзания превращается в лед. Во-вторых, выход воды на лед может быть вызван перегрузкой ледяного покрова снегом, в результате чего вода под давлением выходит из-под льда по трещинам или из лунок и смачивает лежащий на льду снег, образуя «снежную кашу» [2].

Зимой 2021–2022 г. температура воздуха на Рыбинском водохранилище поднималась выше нуля лишь один раз и только на один день, при этом максимальная температура не превышала 1,5°C (источник: <https://gp5.ru/>). Таким образом, снежный лед на водохранилище не мог образоваться из-за оттепелей. Из значений плавучести льда и нагрузки снега на Рыбинском водохранилище в феврале 2022 г., рассчитанных по полевым данным, следует, что на всей площади водохранилища снег продавливает лед. То есть при появлении трещин или бурении лунок из-за разницы давления на лед всегда будет выходить вода. Таким образом, районы формирования снежного льда будут совпадать с районами образования трещин или районами большого количества лунок. Как было описано выше, в процессе замерзания в 2021–2022 г. на Рыбинском водохранилище наблюдался дрейф льда, сала и шуги с запада на восток. Поэтому можно ожидать, что в западной части водохранилища в месте соприкосновения дрейфующего льда и полосы заберегов, будет происходить скопление льда, образование торосов и, главное, образование большого числа трещин и выход воды на лед. Месторасположение торосов достаточно точно определяется по радиолокационным снимкам (торосам соответствуют высветленные поло-

сы и пятна). Зимой 2022 г. наибольшее их скопление наблюдалось как раз у западного берега водохранилища, а также вдоль полосы соприкосновения заберегов и шуги в момент замерзания водохранилища. Гипотеза наличия наибольшего числа трещин и, следовательно, выхода воды на лед у восточного берега водохранилища подтверждается также и данными об уровнях и ледовых явлениях с береговых постов Центрального УГМС. Так, на посту в Брейтово кратковременный выход воды на лед наблюдался только в самом начале ледостава (29 и 30 ноября), а также в середине зимы (10 и 11 февраля). В то время в Пошехонье вода на льду фиксировалась почти каждый день, причем особенно часто в январе и феврале.

Итак, основная часть торосов и трещин была сосредоточена в районе II профиля. Поэтому для ледяного покрова именно этой части водохранилища характерны большие мощности снежного льда (до 35 см). Причем, как уже отмечалась, именно мощность снежного льда определила на II профиле мощность всего ледяного покрова. Также стоит отметить, что на II профиле прослеживалась четкая взаимосвязь между мощностью снежного и ледяного покровов: чем тоньше снежный покров, тем толще лед. Это объясняется тем, что на участках выхода воды на лед снег превратился в лед, тем самым уменьшив мощность снежного покрова, и увеличив мощность льда.

В ледяном покрове вдоль I профиля снежный лед появляется только на т. 12 и 15. Скопления торосов на данных участках, вероятно, нет, также как и скопления лунок, поэтому трещины могли возникнуть из-за резкого падения температур, сопровождавшегося сжатием льда.

Так как образованию снежного льда предшествует выход воды на лед, можно ожидать, что везде, где есть вода на льду, будет мощный слой снежного льда. На примере данных с II профиля видно, что районы максимальной толщины снежного льда и районы выхода воды на лед не накладываются, а граничат друг с другом. Так, на II профиле максимальная толщина снежного льда наблюдается на т. 3 и 5. При этом на этих точках воды на льду нет, в то время как в районе т. 1 и 6 мощность слоя «снежной каши» достигает наибольших значений.

Таким образом, можно сделать предположение, что на т. 1 и 6 наблюдается начальная стадия образования снежного льда в результате поступления воды по свежим трещинам в относительно тонком льду.

А на т. 3 и 5 процесс формирования снежного льда, вероятно, уже завершился, так как мощность льда сильно увеличилась, все трещины были заполнены новообразовавшимся льдом, и вода перестала поступать на поверхность.

Важно отметить, что вдоль I профиля корреляция между мощностью ледового и снежного покровов минимальна (значение коэффициента корреляции составляет $-0,3$). Это говорит о том, что увеличение мощности ледяного покрова происходит не за счет снежного льда. А значит рыхлый сероватый или белесоватый лед, который составляет значительную часть ледового покрова вдоль I профиля, является шуговым, а не снежным.



Рисунок 6 – В районе т. 6 II профиля

При наличии скоплений шуги под ледяным покровом заметно увеличивается интенсивность нарастания толщины льда, так как скопления шуги являются частью готового ледяного материала, необходи-

мого для нарастания льда. Из-за неравномерного распределения шуги под ледяным покровом толщина льда на отдельных участках водохранилища значительно превышает среднюю по акватории [2].

Кристаллический лед образует значительную часть ледяного покрова на каждой из точек. Однако, его мощность неоднородна. Наибольшая мощность кристаллического льда (41 см) наблюдается в западной части I профиля. Наименьшие (8 см) – в центральной части водохранилища (т. 15 I профиля) и в северной части II профиля.

Основными факторами, определяющими толщину кристаллического льда, являются особенности замерзания водохранилища, метеорологические условия и мощность вышележащих слоев льда и снежного покрова. Так, в западной части I профиля наблюдалась наибольшая мощность кристаллического льда, благодаря замерзанию по первому типу, отсутствию мощного вышележащего слоя шугового или снежного льда и относительно небольшой мощности снежного покрова. Таким образом, кристаллический лед являлся первичным для этого участка водохранилища, а на верхней границе ледяного покрова отсутствовал мощный теплоизоляционный слой в виде шугового или снежного льда и снежного покрова. Это способствовало формированию устойчивого отрицательного теплового баланса на нижней поверхности ледяного покрова, интенсивной кристаллизации воды, а значит и интенсивному образованию кристаллического льда. В пределах большей части II профиля и центральной части I профиля наблюдалась обратная ситуация: мощный слой снежного льда (т. 1–3, 5 II профиля), снежного покрова (т. 6–7 II профиля, т. 16–21 I профиля) и шугового льда (т. 10–15 I профиля) препятствовал выхолаживанию водной массы и нарастанию кристаллического льда. Поэтому для этих участков водохранилища характерна его минимальная толщина.

На интенсивность образования кристаллического льда опосредованно может влиять скорость течения. Согласно многолетним наблюдениям в Центральном плесе Рыбинского водохранилища повышенные скорости течения наблюдаются над затопленными руслами рек. Так, I профиль пересекает затопленные русла рек Мологи и Шексны. Несмотря на то, что здесь скорости течения уже сильно ослаблены и не превышали 3–4 см/с [1], толщина льда над затопленными руслами уменьшалась в среднем на 5 см.

Также можно заметить, что на I профиле участки существенного уменьшения толщины льда совпадали с расположением судовых ходов (несмотря на уменьшение в этих же местах толщины снежного покрова).

Интенсивность нарастания толщины кристаллического льда также изменяется в течение зимы. В начале зимы, при малой высоте снежного покрова на льду, по данным многолетних наблюдений средняя скорость нарастания кристаллического льда составляет 2–3 см в сутки (иногда до 5–6 см/сутки). После того как сумма отрицательных температур воздуха достигает примерно 300° (в 2021 г. это значение было достигнуто 25 декабря), толщина льда в течение суток увеличивается на 0,5–1,0 см/сутки [2].

Загрязнение льда. На т. 10–15 I профиля и на т. 7–10 II профиля наблюдалась интенсивная и часто неравномерная окраска как кристаллического, так и шугового льда в темно-коричневый цвет, часто с усилением цветности на границах слоев льда. Подобное окрашивание, вероятно, вызвано повышенной концентрацией взвесей в воде в момент образования льда на некоторых участках водохранилища. Причем, судя по цвету, взвеси содержали достаточно большое количество органического вещества.

Снежный покров на Рыбинском водохранилище. После образования ледяного покрова на водохранилище снег на льду в первое время обычно отсутствует, а затем в течение двух-трех декад высота снежного покрова достигает 6–7 см. Наиболее интенсивное увеличение снежного покрова происходит в декабре, когда выпадает наибольшее количество осадков. В конце января – начале февраля высота снега достигает в среднем 15–20 см и сохраняется до середины марта. Максимальная высота снежного покрова на льду составляет 40–50 см.

На Рыбинском водохранилище высота снежного покрова в прибрежных и центральных районах в начале ледостава примерно одинакова, а в конце зимы в средней части водохранилища снега значительно больше, что связано с большей интенсивностью образования снежного льда в прибрежных районах, а также с перераспределением снега под воздействием ветра. Эта закономерность прослеживается как на I, так и на II профиле.

Зимой 2021–2022 г. минимальная высота снежного покрова наблюдалась в северной части II профиля (т. 3 и 5) в результате перехода

снежного покрова в снежный лед, а также западной части I профиля (т. 1, 3) в результате выдувания снега под действием устойчивых западных ветров (источник: <https://gr5.ru/>). Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в центральной части I профиля и в т. 6 и 7 II профиля и, вероятно, являлась следствием навевания снега при отсутствии его перехода в снежный лед.

Также стоит отметить, что мощность кристаллического льда между точками вдоль профиля остается относительно одинаковой, в то время как суммарная мощность льда меняется существенно (см. рис. 1).

Заключение. Анализ данных натурных наблюдений за мощностью и структурой ледяного покрова во время зимней экспедиции 2022 г. позволил расширить представление о пространственной изменчивости его характеристик и особенностях его формирования в пределах Рыбинского водохранилища.

Формирование ледостава происходило в условиях устойчивых отрицательных температур воздуха, умеренных скоростей ветра, выноса льда к восточному побережью, перегрузки ледяного покрова снегом и образования практически повсеместно «снежной каши» с выходом воды на лед.

Распределение толщины льда по акватории водохранилища определялось закономерностями формирования и развития ледяного покрова на разных участках водохранилища.

Использование различных космических снимков позволяет использовать новые возможности для совершенствования мониторинга ледяного покрова.

Список литературы

1. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги / под ред. З.А. Викулиной, В.А. Знаменского. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 291 с.

2. Донченко Р.В. Ледовый режим рек СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 242 с.

ОЦЕНКА ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД И РАСЧЕТ ОТДЕЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ БАЛАНСА МЕТАНА**

*Аверина А.А.¹, Антипов Н.Е.¹, Виногоров А.А.¹, Воловодов А.А.¹,
Головнин К.И.¹, Кузнеценко И.А.¹, Овчинникова О.В.¹,
Петров Н.А.¹, Полухин С.И.¹, Сушинцев И.М.¹, Хорошева А.С.¹,
Ефимов В.А.^{1,2}, Ломов В.А.^{1,2}, Фролова Н.Л.^{1,2}*

*¹Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра гидрологии суши*

²Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

Введение. Метан – один из главных парниковых газов в атмосфере, основной особенностью которого является высокий потенциал глобального потепления. По отношению к диоксиду углерода он равен 72 на 20-ти летний период [1]. Даже незначительные изменения содержания метана в атмосфере может привести к значительным локальным изменениям температуры нашей планеты. Источники метана могут быть как природного, так и антропогенного характера [2]. К крупнейшим естественным источникам относятся болота, лесные экосистемы (особенно тропического пояса), таяние газогидратов. Существенные антропогенные источники – это свалки технико-бытовых отходов, промышленность, рисовые поля, пастбища крупного рогатого скота и искусственные водоемы, о которых и пойдет речь в данной статье. На долю искусственных водоемов приходится до 10% от общей эмиссии метана в атмосферу с поверхности Земли [3, 4].

Основной источник метана в экосистеме водохранилища – это анаэробное разложение органического вещества в донных отложениях (рис. 1).

* Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы кафедры гидрологии суши МГУ “Гидрологический режим водных объектов суши в условиях изменения климата и антропогенного воздействия”, а также в рамках научно-исследовательских работ с ПАО РусГидро по теме «Измерение выбросов парниковых газов и оценка поглощающей способности гидроэнергетических объектов».

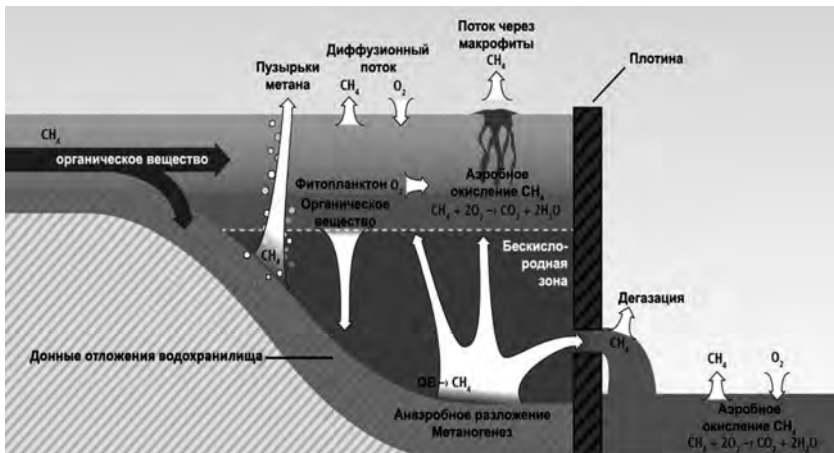


Рисунок 1 – Схема потоков метана в водохранилище

Метан, образованный таким путем поднимается к поверхности воды в виде двух основных составляющих потока – диффузного и пузырькового [5]. Диффузный поток достаточно медленный и в значительной степени подвержен окислению при попадании в горизонты, насыщенные кислородом [6]. Пузырьковый поток имеет более высокую скорость и не подвержен окислению, однако, имеет место растворения пузырьков в воде, после чего молекулы метана становятся доступны для потребления метанотрофами [7]. Тем не менее, по ряду натуральных наблюдений установлено, что пузырьковый поток намного превышает диффузный и в отдельные периоды в виде пузырьков в атмосферу может выходить до 95 % от общего потока метана [8]. Помимо вертикальных потоков метана, возможен приток метана с речными водами и дегазация метана при сбросах воды в нижний бьеф гидроузла [9].

В зимний период поток метана на границе «вода – атмосфера» равен нулю из-за наличия ледяного покрова, который препятствует этому обмену. Однако, подо льдом метан может накапливаться и объем этого накопления зависит от двух факторов – приток со дна и окисление. Также в зимний период важно учитывать горизонтальные составляющие баланса метана – приход метана с притоками водохранилища и дегазация через плотину.

Оценка содержания метана зимой и расчет элементов баланса очень важная задача для определения объема весеннего выброса метана в атмосферу при вскрытии ледового покрова, когда накопившийся метан при интенсивном весеннем перемешивании в значительной степени попадает в атмосферу.

Методы исследований. Концентрация метана в водной толще проводилась методом Head Space, описанным в [5]. Пробы на содержание метана отбирались в притоках Рыбинского водохранилища, в верхнем и нижнем бьефе Рыбинского гидроузла (пробы в верхнем бьефе отобраны непосредственно в теле плотины перед забором воды на турбинные водоводы), и в самом Рыбинском водохранилище на различных станциях (рис. 2). Всего в ходе экспедиции было отобрано 106 проб на содержание метана на 25 станциях наблюдений.

Помимо измерения концентрации метана, в ходе экспедиции были измерены потоки метана из донных отложений с помощью донной камеры. Эта методика – модификация метода камер [10], при которой камера опускалась на дно на время от 1 до 1,5 часов. Из камеры с помощью силиконового шланга каждые 20 минут отбирались пробы воды. По разнице концентрации метана в камере в начале и в конце экспозиции можно оценить поток метана на границе «донные отложения – вода». Методика измерения подледного потока метана из донных отложений, освоенная в ходе экспедиции, была впервые применена в практике измерения потоков метана в водохранилище.

Параллельно с определениями концентрации и потоков метана проводились измерения относительного содержания органического вещества в донных отложениях [11] и зондирование водной толщи через каждый метр для определения профилей температуры, электропроводности и растворенного кислорода.

Результаты и их обсуждение. По результатам измерений выявлено, что на всех станциях отбора проб на содержание метана в воде его концентрации невелики и на большинстве мест отбора не превышают 10 мкл/л. Наибольшая концентрация зафиксирована в реке Суда (11,04 мкл/л). Такие низкие концентрации обусловлены окислением метана в водной толще при маленькой скорости генерации его в грунтах из-за небольших температур и высокого содержания кислорода в воде. Результаты зондирования показали, что аноксидных условий

не наблюдалось, наименьшее содержание кислорода – около 2 мг/л на станции РВ-25 у дна, однако, для возможности существенного накопления метана в воде, содержание кислорода должно быть ниже 1 мг/л. Для многих станций характерно повышенное содержание метана под ледовым покровом.

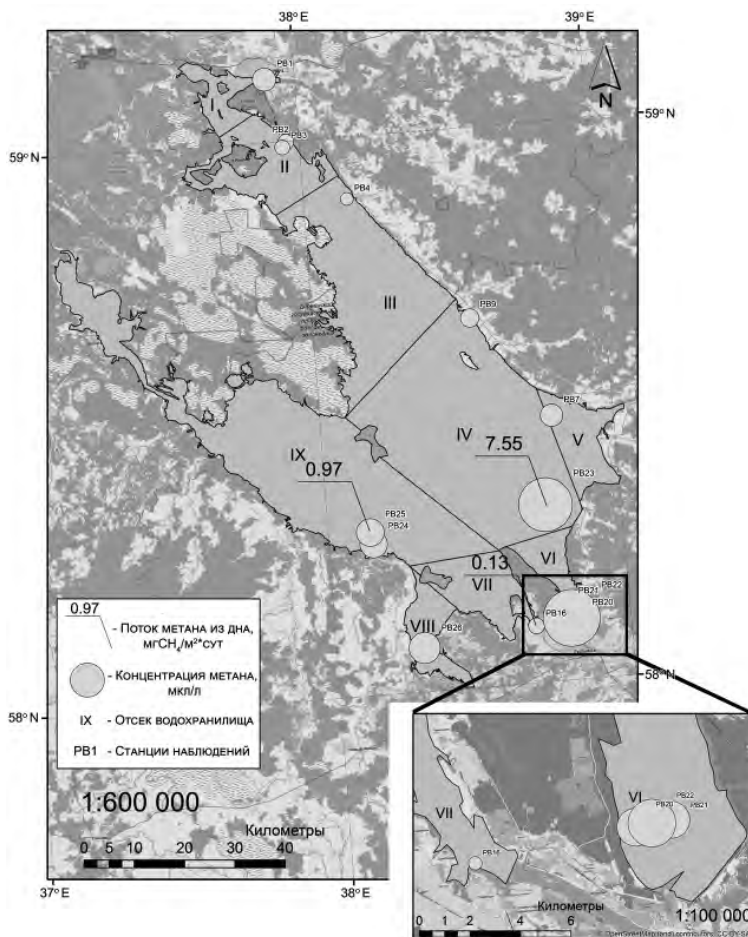


Рисунок 2 – Схема распределения концентраций и потоков метана в Рыбинском водохранилище

Результаты экспериментов с донной камерой подтверждают низкую интенсивность метаногенерации в донных отложениях. На станции РВ-16 и РВ-25 поток метана из дна составляет 0,13 и 0,97 мгСН₄/м²сут соответственно, наибольший поток наблюдается на станции РВ-23 в средней части водоема – 7,55 мгСН₄/м²сут.

Для того, чтобы определить общее содержание метана в воде, необходимо разделить водохранилище на секции, согласно его морфометрическим особенностям и распределению станций наблюдений. В соответствии с разбиением на морфологически однородные участки [12], Рыбинское водохранилище было разделено на 9 отсеков (см. рис. 2).

В каждом отсеке расположено от 1 до 3 станций наблюдений, где производились измерения концентрации и потоков метана. На примерах II, VI и IX отсеков, можно видеть, что средняя концентрация метана незначительно изменяется в зависимости от глубины станции. Исключением является отсек IV, где концентрация метана в его южной части (станция РВ-23) – наибольшая среди всех концентраций в водоеме и в 5 раз больше, чем концентрация на станции РВ-9 на севере того же отсека. Связано это с очень высоким содержанием органического вещества в донных отложениях на станции РВ-23 – около 38%. В то время как среднее значение содержания органического вещества для станций, где производился отбор проб донных отложений в ходе экспедиции, составляет 18%. По этой же причине на данной станции был измерен наибольший поток метана на границе «донные отложения – вода» с помощью донной камеры.

Для каждого отсека средняя концентрация метана была получена путем осреднения концентраций на отдельных станциях в данном отсеке. После этого, с учетом информации об объеме каждого отсека, было получено общее содержание метана в нем и во всем водохранилище, как сумма содержания во всех отсеках I–IX.

Результаты оценки общего содержания метана с помощью данной методики представлены в таблице 1. Общее содержание метана в Рыбинском водохранилище по результатам этих измерений составило 26,4 тонны.

Составляющие баланса метана в зимний период, которые необходимо учитывать для возможных прогнозов изменения его содержания, это:

1. Поступление метана из донных отложений, приток метана с речными водами – приходные составляющие.

2. Окисление метана в водной толще метанотрофами, дегазация при сбросах воды в нижний бьеф – расходные составляющие.

Стоит отметить, что при расчете эмиссии метана в атмосферу в зимний период учитывается только дегазация, поток с поверхности принято считать нулевым из-за ледяного покрова.

Таблица 1 – Оценка общего содержания метана в водохранилище

Участок	Объем участка, млн м ³	Средняя концентрация, мклСН ₄ /л	Содержание на участке, тСН ₄
I	220,1	1,15	0,181
II	479,3	0,50	0,170
III	2329,9	0,35	0,582
IV	6295,9	3,46	15,571
V	271,8	1,08	0,209
VI	583,7	5,19	2,165
VII	859,3	0,55	0,335
VIII	593	2,09	0,885
IX	5407,4	1,63	6,296
Итого:			26,4 т СН₄

Общее поступление метана в водохранилище из-за потока на границе «донные отложения – вода» было рассчитано как среднее значение трех измеренных значений с помощью донной камеры. Такое осреднение является достаточно грубым, однако, для более точных оценок нужно проводить дополнительные исследования потоков во всех отсеках Рыбинского водохранилища. Полученное значение (2,88 мгСН₄/м²сут) умножалось на площадь дна водохранилища. В результате выход метана из грунтов в период проведения экспедиции составляет 10,35 тСН₄ в сут.

Поступление метана с речными водами рассчитывалось, как произведение концентрации метана в реках на приток воды в Рыбинское водохранилище по данным водного баланса, полученным с сайта «Русгидро» [13]. Содержание метана определялось в таких реках, как Шексна, Ягорба, Суда, Согожа, Ухра, Волга. В таблице 2 приведены значения концентрации метана в притоках, осредненные по глубине в случае отбора проб с нескольких водных горизонтов.

Таблица 2 – Значения концентрации метана в крупных притоках Рыбинского водохранилища

Приток	Концентрация метана в воде, мкл/л
Волга	2,30
Согожа	1,80
Суда	11,04
Ухра	3,58
Шексна	1,15
Ягорба	3,27

Концентрация метана в притоках водохранилища оценивалась, как средневзвешенное значение концентраций, полученных в данных реках. В качестве весов выступали площади водосбора этих рек. Таким образом среднее значение концентрации метана в притоках составило 2,97 мклСН₄/л. Средний расход притока воды в Рыбинское водохранилище за период экспедиции составил 792 м³/с. Перемножив эти значения было получено, что в Рыбинское водохранилище с речными водами поступает 0,15 тСН₄ в сут.

Окисление метана было оценено по эмпирической формуле, полученной для различных озер умеренного пояса [14]. Окисление линейно зависит от концентрации метана.

$$O_{\text{СН}_4} = 0,38C_{\text{СН}_4}$$

Общее окисление метана в водной толще составило 10,03 тСН₄ в сутки.

Были отобраны пробы на концентрацию метана в верхнем бьефе гидроузла, в машинном зале Рыбинской ГЭС перед забором воды на гидроагрегаты, и в нижнем бьефе в 50 м от плотины. По этим данным

была оценена дегазация метана следующим методом. Рассчитывалась разница концентраций в машинном зале перед забором на турбину и в нижнем бьефе (концентрация в верхнем бьефе не учитывалась, поскольку отбиралась проба только в поверхностном горизонте, из-за чего полученное значение концентрации ниже, чем в нижнем бьефе). Считается, что эта разница эквивалентна выбросу метана в атмосферу при дегазации [9]. Разница концентраций умножалась на объем воды, прошедший через Рыбинскую ГЭС за период экспедиции. Результат расчета дегазации представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет дегазации метана при сбросах воды в нижний бьеф Рыбинской ГЭС

Концентрация верхний бьеф, мкл/л	1,4
Концентрация перед турбиной, мкл/л	2,44
Концентрация нижний бьеф, мкл/л	2,04
Объем сброса воды, м ³ за весь период	874627200
Разница, г/м ³	0,0003
Выброс за период экспедиции, тСН ₄	0,25
Выброс в день, тСН ₄ /день	0,03

Таким образом, можно составить уравнение баланса метана в Рыбинском водохранилище за 1 сутки:

Содержание c_{t+1} = Содержание c_t + Поток из дна + Приток с речными водами – Окисление – Дегазация

$$26,4 + (10,35 + 0,15) - 10,03 - 0,03 = 26,8 \text{ тСН}_4.$$

Главный вклад в приток метана вносит поток из донных отложений, главная расходная составляющая – окисление метана в водной толще. Приходные составляющие примерно уравниваются расходными. Из-за этого не происходит значительного изменения содержания метана в Рыбинском водохранилище в зимний период. Незначительное преобладание приходных составляющих будет уравниваться постепенным ростом скорости окисления, оцененной по приведенной эмпирической зависимости, учитывая, что приток метана с реками и поток на границе «донные отложения – вода» можно считать квазистационарными значениями из-за слабой изменчивости

определяющих условий (содержание органического вещества в грунтах и температура придонных горизонтов практически не изменяется в зимний период, расход воды в реках слабо изменяется в течение зимней межени). Поэтому на основе полученных значений элементов баланса метана можно предположить, что в Рыбинском водохранилище за зимний период содержание метана практически не изменяется, так как приходные составляющие находятся в квазиравновесном состоянии с расходными.

Заключение. В ходе натурных измерений на Рыбинском водохранилище в зимний период было выявлено, что концентрации метана в воде незначительны, наибольшая концентрация наблюдается в реке Суда – крупном притоке водоема (11,04 мкл/л). Потоки метана на границе «донные отложения – вода» также незначительны из-за низкой интенсивности метаногенерации в грунтах при низких температурах воды. Наибольший поток наблюдается в средней части водоема из-за высокого содержания органического вещества в илах на данной станции.

Общее содержание метана в водохранилище было рассчитано с помощью разбиения водоема на однородные морфологические участки и экстраполяции на эти участки значений концентрации, полученных на станциях измерений, попадающих в эти отсеки. Данный подход оправдан, так как в большинстве отсеков получено, что содержание метана не зависит от глубины. Общее содержание на момент экспедиции составило 26,4 тСН₄.

При оценке балансовых составляющих содержания метана в воде установлено, что наибольший вклад в приходную часть составляет поток из донных отложений, наиболее существенная расходная составляющая – окисление метана. Так как содержание кислорода в воде не является определяющим фактором из-за его повсеместно высоких концентраций, можно считать окисление метана равномерным по водоему. Приходные и расходные составляющие баланса метана уравнивают друг друга, поэтому предполагается, что содержание метана в Рыбинском водохранилище слабо изменится за зимний период.

Для оценки эмиссии метана в атмосферу зимой при ледяном покрове необходимо учитывать только дегазацию метана при сбросах воды в нижний бьеф. Для периода проведения экспедиции установлено, что дегазация составляет 0,03 тСН₄ в сутки.

Список литературы

1. Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P. et al. Changes in atmospheric constituents and in Radiative Forcing // *Asses. Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge. 2007. p. 129–217.
2. Saunio M., Bousquet P., Poulter B. The global methane budget 2000 – 2012 // *J. Earth Syst. Sci. Data*. 2016. Vol. 8. P. 697–751.
3. Tortajada C., Altinbilek D., Biswas K. Impact of large dams: A Global Assessment // *Water Resources Development and Management*. Berlin, 2012. 410 p.
4. Deemer B., Harrison A., Li S., Beaulieu J., Delsontro T. Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis // *BioScience*. 2016. Vol. 66. No. 11. P. 949–964.
5. Gash J., Goldenfum J., Richard M. et al. Greenhouse gas emissions related to freshwater reservoirs // *The World Bank Contract 7150219*. 2010. 166 p.
6. Guerin F., Abril G. Significance of pelagic aerobic methane oxidation in the methane and carbon budget of a tropical reservoir // *Journal of Geophysical Research*. 2007. Vol. 112. P. 3006–3020.
7. Miller B., Arntzen E., Goldman A., Richmond M. Methane Ebullition in Temperate Hydropower Reservoirs and Implications for US Policy on Greenhouse Gas Emissions // *USA: Environmental Management*. 2017. Vol. 60. No. 1. P. 15.
8. Lomov V., Grechushnikova M., Kazantsev V., Repina I. Reasons and patterns of spatio-temporal variability of methane emission from the Mozhaisk reservoir in summer period // *E3S Web of Conferences IV Vinogradov Conference*. 2020. P. 163–169.
9. Kemenes A., Melack J., Forsberg B. Downstream emissions of CH₄ and CO₂ from hydroelectric reservoirs (Tucuruí, Samuel, and Curuá-Una) in the Amazon basin // *Columbia: Inland Waters*. 2016. Vol. 6. P. 1–8.
10. Bastviken D., Cole J., Pace M., Van de Bogert M. Fates of methane from different lake habitats: Connecting whole-lake budgets and CH₄ emissions // *Journal of geophysical research*. 2008. Vol. 113. P. 1–13.
11. Touch N., Hibino T., Takata H., Yamaji S. Loss on Ignition Based Indices for Evaluating Organic Matter Characteristics of Littoral Sediments // *Pedosphere*. 2017. Vol. 27(5).P. 978–984.
12. Бакулин К.А. Морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища // *Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах*. Л.: Наука, 1968. С. 72–86.
13. Сайт «Русгидро», URL: <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer/> (дата обращения 01.03.2022).
14. Striegl R.G., Michmerhuizen C.M. Hydrologic influence on methane and carbon dioxide dynamics at two northcentral Minnesota lakes // *Limnol. Oceanogr*. 1998. Vol. 43. No. 7. P. 1519–1529. DOI: 10.4319/lo.1998.43.7.1519.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ РАЗЛИЧИЯ ФОРМИРОВАНИЕ ЗИМНЕГО СТОКА РЕК КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

*Гречушникова М.Г., Косицкий А.Г., Григорьев В.Ю.,
Лукьянова А.Н., Новичихин И.В., Борисычева М.С.,
Иннокентьев А.И., Куликова Я.В., Салпанова В.С.,
Богуцкая Е.М., Жуков И.А., Айбулатов Д.Н., Школьный Д.И.*

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова,
кафедра гидрологии суши*

Введение и постановка проблемы. Крым испытывает потребность в воде для различных отраслей хозяйства (орошение, промышленность), но особенно остро стоит проблема питьевого водоснабжения. Суммарный объем используемой потребителями Крыма воды в хозяйственно-питьевых целях составляет 105 млн м³ в год [1]. При этом качество воды р. Днепр, которую можно перебрасывать по Северо-Крымскому каналу весьма низкое [2]. Работа посвящена изучению особенностей формирования стока рек Крыма в зимний период.

Обследование водотоков проведено в период с 27.01 по 05.02.22. В перечень работ входило измерение расходов воды в различных створах, выбранных с учетом геологических структур и мест возможного антропогенного изменения стока. В этих же створах измеряли физико-химические характеристики *in situ* и отбирали пробы воды для химического анализа в полевой лаборатории и на кафедре гидрологии суши. В полевой гидрохимической лаборатории выполнялось титрование отобранных объемов воды на общую жесткость, содержание кальция (комплексометрическим методом ГОСТ 31954-2012), щелочность (ГОСТ 31957-2012). В пунктах отбора проб измерялись рН, содержание кислорода (мг/л и %), мутность (NTU), электропроводность и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Определение солевого состава производилось на системе капиллярного электрофореза «Капель 103Р» фирмы «Люмэкс» (Санкт-Петербург). Измерения расходов воды проведены в 77 створах рек и временных водотоков Крыма (рис. 1) и в 15 родниках. Исследуемая территория

включала Керченский полуостров, Южный берег Крыма, и окрестности городов Севастополь и Симферополь. Большинство рек в момент измерений находились в меженном состоянии, что позволило выявить некоторые пространственные закономерности формирования стока, характерные для данного сезона. Расходы воды в большинстве случаев измерялись с помощью гидрометрической вертушки. В отдельных створах, где морфометрия русла или скорости течения не позволяли ее использование, применялись методы ионного паводка и поверхностных поплавков. В родниках дебит определяли объемным методом. Для наиболее крупных рек, таких как Кача, Бельбек проведено исследование продольной трансформации стока.

Результаты измерений. Для всех исследуемых рек рассчитаны площади водосборов в створах измерения расходов воды, с помощью которых определены модули стока, соответствующие моменту проведения измерений. На рис. 2 представлено соотношение полученных модулей стока рек и площадей их водосборов.

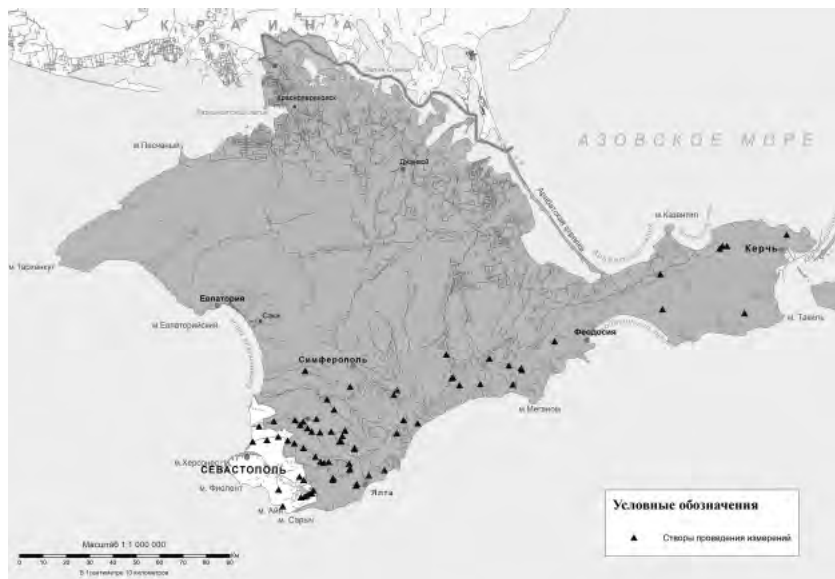


Рисунок 1 – Расположение створов измерений

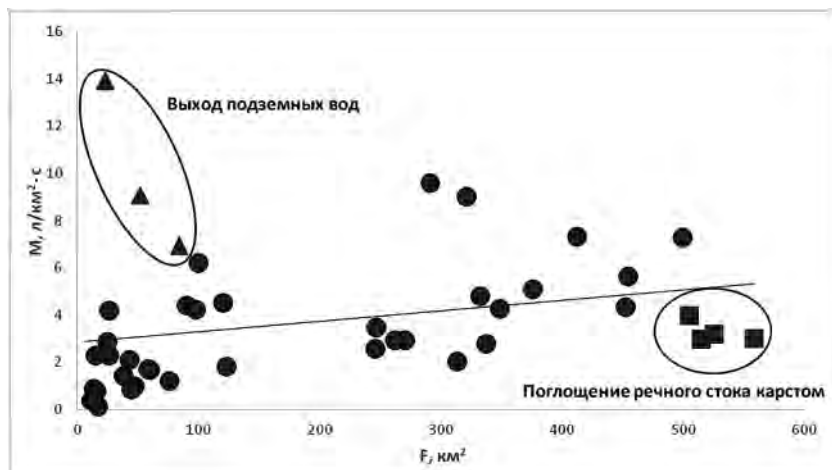


Рисунок 2 – Соотношение зимних модулей стока и площадей водосборов исследуемых рек

Модули стока находятся в диапазоне от 0 до 14 л/(с·км²) и имеют слабую тенденцию роста с увеличением площади водосбора.

Отклонение фактических модулей стока от линии тренда достаточно серьезные, что свидетельствует о том, что размер водотока не является определяющим фактором формирования модулей стока. При этом выделяется ряд створов, для которых эти отклонения наиболее существенны. Точки над линией тренда характерны для районов родниковой разгрузки подземных вод. Это притоки крупных рек Крыма Качи и Бельбека – Каспана и Коккозка. Они формируют подземный сток со значительно больших площадей, чем их поверхностные водосборы, что приводит к серьезному увеличению модулей стока. Отклонения вниз наблюдаются зачастую в связи с уменьшением модулей стока по длине основных рек. Это связано с тем, что формирование стока Крымских рек происходит в горах. При выходе на равнину площади водосборов рек увеличиваются, а расходы воды растут не столь сильно, а иногда даже уменьшаться под влиянием геологических (перехода в подрусловый сток) и антропогенных (изъятие воды) факторов, что приводит к снижению модулей стока.

Полученные модули стока увеличиваются с ростом средней высоты водосбора из-за увеличения слоя осадков и уменьшения испарения. Данная зависимость характерна, в основном, для рек с площадью водосборов не менее 10 км². Для рек меньших размеров слишком велико становится влияние местных особенностей водосборов, частности наличие зон выхода и поглощения подземных вод.

Сток зафиксирован в ряде пересыхающих летом водотоков, причем на некоторых из них измерения проводились не в период прохождения паводков. Это свидетельствует об относительно высоком уровне подземных вод, запасы которых пополнились в предшествующие паводки. К числу таких водотоков относятся логи, протекающие по территории Керченского полуострова, – одного из наиболее маловодных районов Крыма. Что касается еще одного маловодного района – северо-западного участка Крыма, то на нем было зафиксировано отсутствие стока. В горной части ниже границы 400 м абс. была явно выражена водоотдача при снеготаянии, что значительно увеличивало расходы рек вдоль по течению.

Большая доля подземного питания хорошо выявлялась по температуре воды водотоков, которая превышала 5°C. Долю талых вод в стоке также можно идентифицировать по сравнительно низким значениям рН (до 8) и малой мутности. Это водотоки: Синапский ручей, притоки пруда у с. Зеленого, р. Окурка, р. Марта в створе Верхоречье, Узунжа, Демерджи, средняя часть бассейна Качи. Мутность воды в Каче больше, чем в упомянутых реках из-за большей водности и транспортирующей способности потока. С другой стороны Кизилкобинка, Черная и Биюк-Карасу – примеры рек с большой долей подземного питания, с температурой воды 7–10°C, также малой мутностью и цветностью.

В период исследований электропроводность притоков Чернореченского водохранилища составляла 421–486 мкСм/см, причем наименьшей электропроводностью, как и температурой воды (2,7°C), характеризовалась р. Узунжа, что свидетельствует большой доле талого стока в формировании ее водной массы по сравнению с р. Черная, которая формирует свой сток из Скельского источника с температурой 9,3°C и электропроводностью 478 мкСм/см.

Для рек южного берега Крыма (ЮБК) характерен весьма большой разброс значений электропроводности воды 396–1000 мкСм/см. К ре-

кам с электропроводностью до 500 мкСм/см относятся Гува, Авунда и Улу-Узень; наибольшее значение характерно для р. Демерджи, которая отличается от других рек наиболее низкой температурой воды (2,6°C, в то время как у остальных 5,1–8,8°C), что говорит о большой доле талой воды в формировании ее стока. Высокое значение электропроводности может быть связано как с особенностями питания, так и с загрязнением от трассы, которая проходит вдоль верховий реки на расстоянии 200–500 м.

Среди истоков и притоков Салгира наименьшую электропроводность имеют рр. Кизил-Коба, Биюк-Карасу и руч. Малиновый (353–442 мкСм/см), наибольшую р. Тонас в устье 730 мкСм/см. Кок-Асан-Узень и Ангара имели электропроводность в пределах 550–585 мкСм/см. Наиболее низкая температура воды, свидетельствующая о преобладании в русле талых вод, отмечалась в Кок-Асан-Узене, Малиновом ручье и Ангаре (0,5, 2,5 и 2,6°C), в реках с подземным питанием температура воды превышала 7°C.

В период исследований наиболее низкая величина рН наблюдалась в водотоках Байдарской долины: 7,3–8,0 причем самое низкое значение было характерно для истока р. Черной. Наибольший разброс значений характерен для рек ЮБК: 7,6–8,4 с минимумом у Демерджи. На исследованных створах в бассейне Салгира рН изменялся в пределах 8,1–8,4. В зимний период повышенный рН, может свидетельствовать о присутствии в зоне формирования вод известняковых пород и их интенсивном выщелачивании, а относительно более низкий рН характеризовать поступление талых вод, поскольку рН атмосферных вод всегда низкий.

Значения ОВП в наиболее широких пределах изменялись в бассейне Салгира 173–282 мВт, минимум в р. Кок-Асан-Узень, максимум в устье Танасу. На реках ЮБК он изменялся в пределах 183–280 мВт с минимумом в Улу-Узене и Демерджи и максимумом в Авунде. В водотоках бассейна р. Черной ОВП был в пределах 173–183 мВт с минимумом в Узундже. В целом можно отметить наиболее низкий ОВП для рек с потенциально большей долей талого стока.

Наименьшая мутность воды была измерена в реках бассейна Черной и Салгира. В водотоках Байдарской долины мутность не превышала 2 NTU, в притоке р. Черной р. Сухой – 4,6 NTU. В бассейне

Салгира (3–7 NTU) наибольшая мутность измерена в устье р. Тонас, а наименьшая – в р. Биюк-Карасу, что связано с большой долей ее подземного питания.

Измерения на реках ЮБК пришлось на разные даты, 2.02.22 шел дождь, поэтому воды рек, обследованных в эту дату, отличались повышенной мутностью: наибольшее ее значение было зафиксировано на р. Авунда (более 800 NTU, т.е. за пределами интервала измерений турбидиметра), на р. Гува 135 NTU. На реках Демерджи и Абарке мутность была на порядок меньше (20–26 NTU), а минимальна на Улу-Узене, даже несмотря на дождь (4 NTU), а также на Едыфлере (2 NTU), поскольку измерения произведены 31.01.22.

Воды в исследованных бассейнах имеют разнообразный химический состав. В 66 створах преобладали гидрокарбонатно-кальциевые воды с Ca/Mg 1,5–20,4. В 12 створах отношение Ca/Mg было в пределах 0,3–1,5. Это либо реки, дренирующие таврическую серию (Бодрак, Марта, Финарос, Окурка, притоки пруда у с. Зеленое, Голубинка), либо реки или временные водотоки Восточного Крыма с повышенной минерализацией (Вост. Булганак, безымянные логи). Достаточной низкой отношение Ca/Mg было выявлено на Бельбеке в створе Аромат (оно понизилось от створа Плотинное и повысилось после впадения Коккозки), а также в створе скалы Крокодил. Менее 2 это отношение было для рек Едыфлер и Су-Индол.

Преобладание Na в солевом составе наблюдается во временных водотоках на Керченском п-ове, некоторых родниках и источниках – скважине на пляже Орловка, роднике «у геологов», сероводородном источнике, в оз.Донузлав, что связано с наличием галита в породах. Соотношение Ca/Na близко к 1 (т. е. содержание ионов Na сравнимо с Ca) также и в некоторых водотоках – реках Чурук-Су, Финарос, Голубинка, Демерджи, Мокрый Индол, Зап. и Вост. Булганах. Увеличение доли Na на отдельных створах р. Бельбек (ниже водозабора и скалы Крокодил) а также р. Марта ниже впадения р. Финарос может быть связано с местным поступлением коммунально-бытовых стоков или впадением притоков с повышенной долей Na в солевом составе.

На ЮБК реки имеют преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый состав (Гува, Улу-Узень, Авунда). В реках Едыфлер и Абарка по сравнению с предыдущей группой наблюдается повышенное содер-

жание Na, а также Mg в первой и Cl во второй. Принципиально отличается от других рек ЮБК по составу и повышенному значению минерализации (900,4 мг/л) р. Демерджи. В составе ее вод преобладают ионы Cl, Ca и Na.

Притоки Чернореченского водохранилища отличаются меньшим разбросом значений минерализации (358–478 мг/л), и достаточно однородны по составу. Немного выделяется р. Узунжа повышенным содержанием SO_4 , Cl, Mg, Na и K. Существенно большую минерализацию (718,5 мг/л) и отличный от предыдущей группы рек химический состав имеет р. Сухая, впадающая в р. Черная ниже плотины. В ее составе понижена доля HCO_3 и Ca, повышено содержание остальных ионов, в том числе нитрата, что может указывать на антропогенное загрязнение.

Достаточно разнообразный состав имеют истоки и притоки р. Салгир. Минимальную минерализацию (294,7 мг/л) имела р. Кизил-Коба, максимальную р. Тонас в устье (543,2 мг/л). По сравнению с р. Кизил-Коба р. Ангара в составе имеет существенно большую долю ионов Cl, SO_4 , а также Mg, Na, что может быть обусловлено в том числе и антропогенными причинами (влиянием трассы Симферополь-Алушта). Реки, питающиеся преимущественно подземными водами (Кизил-Коба и Биюк-Карасу), имеют схожий состав.

Минерализация воды р. Кача возрастает от верховьев (320 мг/л) к устью (430 мг/л) с понижением в средней части бассейна из-за активного снеготаяния на участке от д. Машино до г. Бахчисарай. На этом участке значительно изменяется химический состав воды, что выражается в увеличении доли ионов HCO_3 и Ca. На участке между п. Верхоречье и п. Баштановка наблюдается удвоение расхода воды из-за поступления в реку талых вод. Далее практически половина расхода воды отводится на ГТС для пополнения Бахчисарайского водохранилища. Увеличение минерализации на 70 мг/л к с. Долинное связано с впадением вод притока Чурук-Су с минерализацией 900 мг/л (по длине этого притока минерализация от истока к устью возросла на 274 мг/л, что может быть обусловлено антропогенным загрязнением г. Бахчисарай). Однако химический состав р. Качи при этом значительно не меняется, несмотря на то, что в Чурук-Су существенно выше доля Cl и Na. Ниже Долинного расход воды сокращается на 440 л/с, что может быть связано частично с антропогенным изъятием, а

частично с потерями стока из-за фильтрации при пересечении рекой олигоценых отложений.

Увеличение минерализации воды вдоль р. Бельбек выражено меньше (на 50 мг/л). В верховьях наблюдается увеличение минерализации к створу Аромат с 468 до 592 мг/л с увеличением доли ионов SO_4 , Cl, Mg, Na и K при пересечении пород Таврической серии. Далее при смешении с менее минерализованными водами р. Коккозка с идентичным расходом воды водная масса Бельбека распресняется. На участке между с. Аромат и впадением р. Суаткан наблюдаются потери стока порядка 470 л/с. По измерениям в летний меженный период 2021 г. потери стока на этом участке составляли 288 л/с. Между с. Плотинное и Аромат летом также были зафиксированы потери стока порядка 280 л/с. В период экспедиции на этом участке наблюдался небольшой приrost стока (20 л/с), несмотря на активное снеготаяние. Т. е. возможно, что приток талых вод компенсировал потери стока. Еще один участок с выявленными потерями стока располагается между селами Куйбышево и Б. Садовое, где в период зимних измерений потери составили 150 л/с, а в летнюю межень 2021 г. – 68 л/с. На этом участке река пересекает отложения среднего мела. Повторный рост минерализации с изменением химического состава (увеличением доли ионов SO_4 , Cl, Mg, Na и K) наблюдается к створу у скалы Крокодил. На этом участке приrost стока в зимнюю экспедицию составил 300 л/с, а летом 2021 г. 340 л/с. Снижение минерализации на участке от Фронтного до водозабора обусловлено поступлением в реку дождевых вод и прохождением паводка.

Содержание кремния в речных водах в период исследования изменялось в широких пределах от 0,26 до 10,8 мг/л. Минимальные значения (менее 1 мг/л) выявлены для створов на р. Каспана, Синапский руч., р. Марта, менее 2 мг/л на р. Черной; до 2,5 мг/л в верхней части бассейна р. Качи до створа выше Эгиз-Оба, на притоках р. Черной в Байдарской долине, для рек Кизил-Коба и Биюк-Карасу, а также для рек ЮБК Авунда, Гува и Улу-Узень. Наибольшее содержание кремния выявлено в р. Чурук-Су, в р. Вост. и Зап. Булганак и Бодрак (створ Новопавловка), что может быть связано с антропогенным влиянием. Содержание кремния более 4 мг/л было характерно практически для всех обследованных родников, кроме Скельского (1,9 мг/л), а наи-

большее его содержание более 7 мг/л выявлено в родниках в п. Верхнесадовое и у истока Чурук-Су.

Содержание минерального фосфора в большинстве исследованных створов не превышает 0,2 мг/л. Повышенное содержание минерального фосфора до 1 мг/л выявлено в нижнем течении р. Кача ниже впадения р. Чурук-Су, в р. Вост. Булганак, Голубинка и Кучук-Узенбаш; до 2 мг/л в р. Чурук-Су и логе без названия на Керченском полуострове, что связано с антропогенным загрязнением. Наибольшее содержание минерального фосфора (7,3 мг/л) выявлено в водах скважины на пляже в п. Орловка. Минимальное содержание нитратов, близкое к фоновому (до 3 мг/л), выявлено в водотоках Байдарской долины, в верховьях бассейна Качи, Бельбека и Салгира. Содержание нитратов более 6 мг/л характерно для низовий Качи и Бельбека. Повышенные концентрации нитратов (свыше 20 мг/л) в водах родников Голубинка и Гротенов, говорят о поступлении с водосбора и накоплении нитратов в подземных водах. Наибольшее содержание нитратов (10–60 мг/л) выявлено в рр. Сухая, Голубинка, Зап. Булганак, правый приток пруда у с. Зеленое, причем концентрации нитратов в последних превышают ПДКрыбхоз. На Бельбеке наблюдается рост содержания нитратов от с. Аромат до устья реки с 3,4 до 10,6 мг/л. В верховьях бассейна реки Качи содержание нитратов мало – около 2 мг/л. Небольшие повышения до 3,7–4,3 мг/л в поселке Верхоречье и ниже Баштановки связано с антропогенным поступлением. Снижение содержания нитратов выше пос. Долинное обусловлено сбросом вод из Бахчисарайского водохранилища, а увеличение до 9 мг/л к устью – с сельскохозяйственными массивами и населенными пунктами в долине реки. В реках ЮБК содержание нитратов не превышало 3 мг/л.

Выводы. Сток рек Бельбек и Кача по длине изменяется неравномерно под влиянием как природных, так и антропогенных причин. Однако зимой, антропогенное влияние не столь значительно и проявляется в основном в задержании воды водохранилищами и забором воды для наполнения Бахчисарайского водохранилища. Поэтому наиболее существенным фактором продольных измерений является геологическое строение территории, приводящее как к переходу стока из поверхностного в подземный, так и наоборот.

Реки ЮБК (Авунда, Гува, Абарка) не могут являться серьезным источником для водоснабжения и орошения не только из-за отсутствия створов для создания накопительных емкостей, но и из-за значительного увеличения их мутности в период паводков. Аккумуляция их стока возможна в меженный период в накопительных искусственных закрытых резервуарах. Использование стока логов Керченского полуострова также не целесообразно в силу их высокой минерализации.

Наиболее перспективными для питьевого водоснабжения являются реки, берущие начало из мощных подземных источников. Однако практически все они уже зарегулированы, поэтому для повышения эффективности использования их стока можно рекомендовать увеличение полезной емкости водохранилищ или строительства дополнительных резервуаров для накопления их стока в многоводные фазы водного режима при уменьшении холостых сбросов. Также возможна организация подземных водозаборов в местах разгрузки речных вод в подземные водоносные горизонты, что позволит избежать их дальнейшего смешения с более минерализованными водами.

Список литературы

1. Салиев Э.И., Сушкова А.Е., Велиляева З.С. Возможности использования ресурсов пресной воды для централизованного водоснабжения республики Крым // Строительство и техногенная безопасность. 2016. №2(54). С. 50–53.
2. Лукьянова М.Ю. Качество питьевой воды территории Большой Феодосии // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Сер. География. 2013. Том 26(65). №2. С. 42–52.

СБОР ПОЛЕВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СВЕРХВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Алексеевко Н.А., Медведев А.А., Кудиков А.В., Белан П.М., Бердникова Е.К., Гасанов Р.Ш., Гришин Д.А., Драгунов К.Р., Казаков И.В., Корнилов Д.А., Коротков А.С., Мишко М.Д., Мухаметшин А.Р., Щекотихин Ф.А.

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра картографии и геоинформатики*

Введение. Зимние научные исследования кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова ставили задачей приобретение опыта получения и использования сверхвысокодетальных данных дистанционного зондирования с одновременными наземными исследованиями для последующей их комплексной обработки с целью получения знаний о природных и социально-экономических исследованиях. В связи с поставленной задачей были проведены следующие виды работ:

1. Изучение динамики типов застройки и структуры города на примере г. Дербент за последние 50 лет на основе разновременных данных;

2. Определение алгоритма съемки и разработки методики получения данных сверхвысокого пространственного разрешения для выявления сложноопределяемых явлений или их параметров:

а) плотная городская застройка методом лазерного сканирования;

б) формы высокогорного сильнорасчлененного рельефа в плановых масштабах;

в) малые псевдокарстовые формы рельефа.

Полевые работы проходили с 25 января по 6 февраля 2022 года.

Динамика типов застройки и структуры города на примере города Дербент. При решении задачи использовались спутниковые снимки разных лет и разной детальности, высокодетальные ортофотопланы и данные наземного лазерного сканирования и полевого дешифрирования.

Дешифрирование структуры застройки г. Дербент по состоянию на 2022 г. Полевое дешифрирование проводилось в течение всего периода работ. Накануне каждого полевого дня из участников экспедиции формировались бригады по 2–4 человека. Для каждой бригады назначался район обследований и выдавалась предварительная схема дешифрирования. На схеме отображались выделенные по космическим снимкам кварталы с их номерами и предположительными типами застройки. Задача выходов в город заключалась в актуализации дешифрирования космических снимков. Бригады уточняли состояние застройки, записывали этажность и материал зданий, отмечали заведения общественного питания с местной кухней и сувенирные лавки, а также названия социально- и культурно-значимых объектов.

Массив застройки был разбит на следующие типы: 1) жилой индивидуальный, без участка; 2) жилой индивидуальный, с участком; 3) жилой многоэтажный; 4) коммерческий; 5) общественный; 6) промышленный; 7) рекреационный.

Описания районов города проводились в соответствии с данной типологией и сводились в общую таблицу. По окончании каждого полевого дня результатами обследований дополнялась общая схема дешифрирования г. Дербент. По окончании экспедиции полученные материалы были использованы для составления карты динамики типов застройки за 1971–2022 гг. и легенды к ней (рис. 1, 2).

Также в ходе изучения внешнего облика Дербента по просьбе администрации города были проведены работы по наземному лазерному сканированию 24 исторических зданий, которым планируется присвоить статус памятников культурного наследия (рис. 3).

Целью этого вида работ является не только анализ состояния исторических объектов, но и возможность использования таких данных в определении, прежде всего, плотности застройки, а также материалов.

С учетом приобретенных в полевых условиях опыта и знаний было проведено ретродешифрирование застройки г. Дербент в разные годы.

Дешифрирование городской застройки 1970–1979 гг. Для дешифрирования Дербента в период между началом объединения этнических частей Дербента и «1990-ми» был выбран медианный снимок 1971 года системы Corona. Дербент расширяется на север и на юг, причем северные части увеличиваются за счет продвижения вдоль бе-

реговой линии, а южная – присоединяется к центральной части, сформированной еще в XIX веке.



Рисунок 1 – Общая карта динамики

Год изменения		1971	2002	2022
Малоэтажная частная жилая застройка без дворового участка		Магалы. Историческая плотная застройка с произвольной планировкой. Формируются вокруг мечетей, которые являются «ядром» квартала.		
		Империумская плотная застройка с прямоугольной планировкой.	Сохраняет селитебную и общественную функции. Внешние дома застывают и приобретают коммерческие функции.	
Малоэтажная частная жилая застройка с дворовым участком		Переходная. Здания расположены вдоль границ квартала.	Застраивается центральная часть квартала, обретает черты вышеописанного типа застройки.	
		Разреженная регулярно-ячеистой застройка. Участки с растительностью огорожены заборами.		Построены ограждения участков.
Многоэтажная многоквартирная застройка		Дома хрущевской застройки.	Панельные дома с пристроенными гаражами и др. сооружениями.	
		—		Новостройки с узкими проездами и дворами.
Коммерческая застройка		Рынки, базары.	Появляются ларьки, магазины на 1 этаже.	Появляются торговые центры.
		—	Вдоль трасс и дорог появляется малоэтажная застройка.	Появляются новые гостиницы и туристические базы.
Общественная застройка		Объекты здравоохранения, образования, административные здания с прилегающими территориями.		
Промышленная застройка		Крупные здания с большими стоянками и складскими территориями.		Некоторые из них забрасываются
Зоны рекреации		Спортивные площадки, поля и сооружения. Пляжи. Парки и скверы.		
Прочие земли		Сельскохозяйственные угодья, строительные площадки и другие незастроенные территории.		

Рисунок 2 – Общая легенда карты

В западной, «верхней» части города располагаются магалы – для Дербента это является приходом мечети. Дорожная сеть в них произвольная, часто встречаются тупики. Дома обычно двухэтажные, состоящие из ракушечника. Расположение домов очень плотное, абсолютно без дворов.

Центральная часть города представлена регулярно-ячеистой планировкой. Внутренняя структура большинства кварталов совпадает с магалами, при этом общественно-деловые и торговые кварталы разреживают плотную индивидуальную застройку. На сервисе PastVu отсутствуют фотографии центра Дербента, поэтому возможно только предположить, что средняя этажность составляет 1–2 этажа, материал – ракушечник.

Севернее магалов и западнее железной дороги город прирастает кварталами, состоящими из индивидуальных участков с дворами. При этом все дома обращены к улицам, образующим такую же регулярно-ячеистую структуру, что и центральная часть. Этажность и ма-

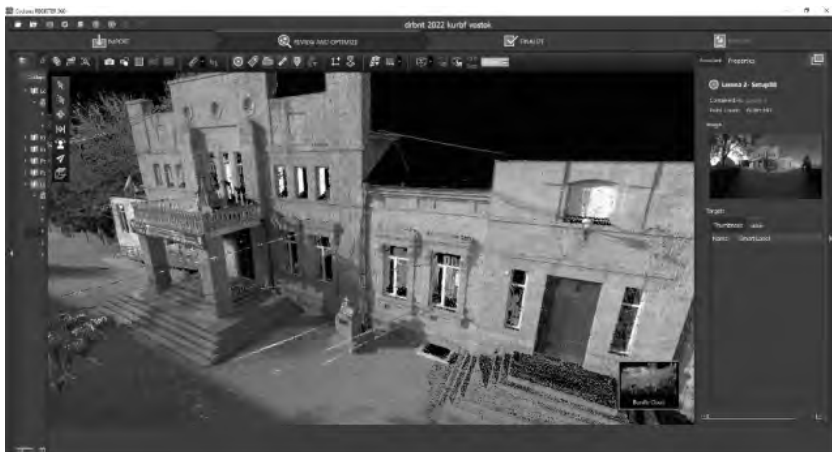


Рисунок 3 – Итоговое облако точек лазерного сканирования с натуральной цветопередачей (RGB)

териал застройки, предположительно, такие же, как и у предыдущих частей Дербента.

Прибрежная полоса имеет случайную застройку, преимущественно индивидуальную с дворами и промышленную (железнодорожная инфраструктура, консервный завод). Согласно исследованиям современного состояния, материалом строений зачастую является ракушечник, реже – железобетон, так как Домостроительный комбинат к тому моменту уже был открыт.

Благодаря комбинату строятся и многоквартирные дома, построенные из железобетонных плит высотой 4–5 этажей. Такие здания в 1971 году не были повсеместны в Дербенте, из-за этого не формировали единых кварталов.

Состояние городской застройки г. Дербент на 2002 г. По состоянию на 2002 г. городскую застройку г. Дербент можно подразделить на три типа, отличающихся по плотности и классу зданий, качеству дорог и степени озеленения.

Первый уровень представляет собой исторический центр, находящийся в пределах оборонительных стен и состоящий из магалов с плотной частной застройкой из ракушечника в 1–2 этажа. На кос-

мическом снимке они отличаются зернистой текстурой и изогнутой дорожной сетью с большим количеством тупиков и отсутствием ярко выраженной структуры, которая при приближении к прибрежной части города постепенно приобретает современный вид, образуя прямоугольные кварталы с регулярной плотностью и сходной площадью. Исторически плотная частная застройка минимизировала процент площади, пригодный для формирования обширных дворов и зеленых зон. В связи с этим наблюдается слабая озелененность в пределах частных участков. Среди общедоступных зеленых зон выделяются два парка.

За пределами стен выделяется прилегающий к ним второй уровень плотной застройки. Здесь также доминирует частная застройка в 1–2 этажа из ракушечника, но с более значительными по площади участками и более высокой степенью озеленения в пределах частных домовладений. Также выделяется большее количество общедоступных зеленых зон, присутствует три кладбища – два мусульманских и одно еврейское. Стоит отметить наличие небольших кварталов с многоквартирной и в среднем пятиэтажной застройкой из ракушечника и железобетона в северо-восточной части города, сформированной в период СССР. Общественные зоны в пределах данных кварталов не отличаются высокой степенью качества и удобства. В целом, на данном уровне прослеживается решетчатая структура дорожной сети и регулярно-ячеистая структура кварталов. Уже на данном уровне присутствуют значительные площади для формирования новой потенциальной частной и многоквартирной застройки не только за пределами застроенной части, но и внутри нее.

Третий уровень отражает собой все ускоряющийся процесс урбанизации Республики Дагестан. В пригородной части города прослеживается формирование множества новых кварталов из частных строений и значительных по площади приусадебных участков. Кварталы имеют вытянутую прямоугольную и порой неправильную формы. Основным материал строений – ракушечник. Ввиду только начинающегося тогда процесса развития городской среды в данной зоне отсутствует надлежащая инфраструктура. Дорожная сеть представлена грунтовыми дорогами с решетчатой структурой. Прослеживается крайне низкая степень озеленения.

Динамика границ застройки по разновременным снимкам.

В основу проведения работы легли снимки 1968, 1971, 2002, 2011, 2015, 2022 гг.

Результатом дешифрирования и векторизации снимков стала карта границ застройки, отражающая динамику площади застройки города Дербента с 1968 по 2022 год (рис. 4). Карта позволяет визуально сравнить городскую застройку Дербента разных годов [2].

В 1968 году г. Дербент занимал площадь порядка 12 км². В город входили все 9 магалов, Нарын-Кала и нынешний центр. На север примерно на три километра он протягивался по обе стороны от железной дороги.

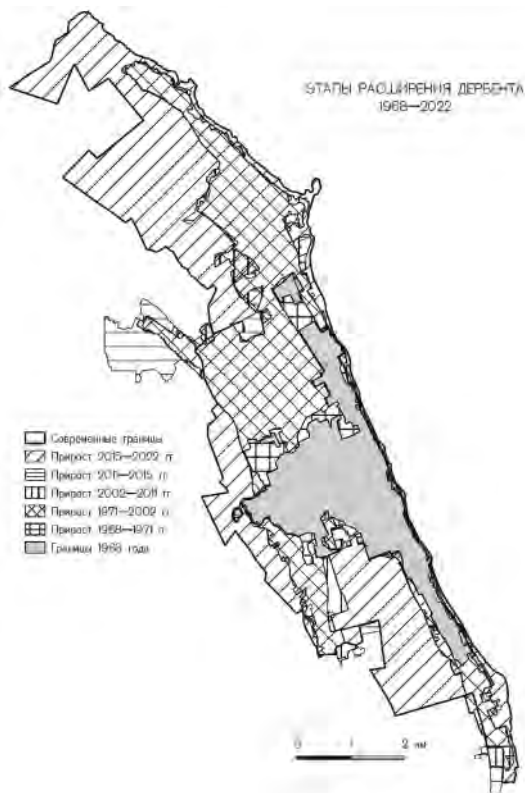


Рисунок 4 – Карта динамики границ городской застройки г. Дербент

На юге в черту города входила территория нынешнего Дербентского коньячного комбината. Далее город продолжался по железной дороге до нынешней Центральной городской больницы. За период до 1971 года город вырос на 2 км². Крупнейшая зона прироста на северо-западе – древнее мусульманское кладбище Кырхляр.

К 2002 году город приобрел во многом современные очертания, еще сильнее вытянувшись к северу и югу на 3–5 км. В него вошли нынешний микрорайон Аэропорт и территория к северу от центра до завода «Электросигнал». В этих границах в настоящее время живет большая часть населения Дербента.

В 2011 году площадь города составляла 34 км², что в три раза превышало площадь 1968 года. За десять лет прирост минимален.

К 2015 году произошел еще один этап роста города. Площадь достигла 38 км². Прирезаны еще поселки к северо-западу.

В 2022 году Дербент занимает 64 км². В город вошли бывшие сельскохозяйственные поля к северу и к югу, бывшие совхозные виноградники.

Определение алгоритма съемки и разработки методики получения данных сверхвысокого пространственного разрешения для выявления сложноопределяемых явлений или их параметров.

Сравнение автоматизированного и визуального способа дешифрирования псевдокарстовых форм рельефа. 29 января 2022 года нашей бригадой производилась съемка известнякового плато к северо-западу от поселка Сиртыч Табасаранского района республики Дагестан, которое было поделено на 6 участков. Использовались 4 БПЛА DJI Phantom 4 Pro, полеты проводились на высотах 130–180 м через каждые 10 м. Данное плато сильно расчленено эрозионными формами рельефа, которые осложнены псевдокарстовыми и суффозионными воронками и провалами. Прослеживается закономерность в размещении этих форм: они, главным образом, приурочены к тальвегам, в которых аккумулируется как поверхностный, так и подземный сток [1].

По результатам съемки была составлена ортофотомозаика и цифровая модель местности плато. По данным материалам производилось дешифрирование псевдокарстовых и суффозионных форм рельефа двумя способами: автоматизированным и визуальным. Первый способ заключался в выделении локальных замкнутых понижений по

ЦМР с последующей фильтрацией выбросов и недостоверных определений. Второй – представлял собой векторизацию псевдокарстовых форм рельефа руками дешифровщика.

В результате сравнения двух способов выяснилось, что автоматизированный способ выделения локальных сильно уступает визуальному дешифрированию. Первым способом выделено 13% псевдокарстовых форм, имеющих диаметр более 5 м и 7% форм с меньшим диаметром. Такая низкая точность обусловлена сложностью выделения локальных бассейнов внутреннего стока, поскольку псевдокарстовые провалы необязательно имеют замкнутую форму, вследствие приуроченности к тальвегам подвергаются эрозионным процессам. Данные формы рельефа сложно поддаются автоматизированному выделению, потому что на поле высот являются составной частью рельефа днищ эрозионных форм и могут выделяться только по резким перепадам высот на продольном профиле.

Результатом визуального дешифрирования является схема псевдокарстовых и суффозионных форм (рис. 5).

Картографирование высокогорного сильнорасчлененного рельефа в плановых масштабах. Полевые работы проводились в окрестностях с. Хрюг. Полигон исследования расположен в провинции Высокогорья Восточного Кавказа с относительными высотами 500–1000 м. Рельеф горных хребтов сильно расчленен многочисленными ручьями. Экспозиционные различия также заметны: южный склон пологий с меньшим расчленением.

Алгоритмы автоматизированного построения горизонталей не всегда удовлетворяют точностям масштаба и не всегда географически достоверно отражают малые формы рельефа и их параметры. В задачи исследования входил не только подбор алгоритма и параметров съемки территории с большим перепадом высот, но и также оценка достоверности автоматизированного построения [3].

Анализ автоматически построенных горизонталей показал: «машинные» изолинии не всегда согласуются со структурными линиями. Помимо этого, на искажение результатов при моделировании рельефа на основании данных дистанционного зондирования оказывают влияние наносы снега. Подобные результаты требуют ручной корректировки горизонталей относительно тальвегов и водоразделов. При

этом автоматизированный метод оказался достаточно эффективным на территориях с крутыми склонами и большими перепадами высот. Они характеризовались наименьшим количеством артефактов в виде небольших замкнутых горизонталей и потребовали минимальной ручной корректировки. В то же время они с высокой достоверностью и правдоподобностью отразили пластику рельефа.



Рисунок 5 – Схема псевдокарстовых и суффозионных форм рельефа

Заключение. В ходе работ были проведены как социально-экономические исследования (г. Дербент), так и исследования природных объектов (Южный Дагестан).

На основе собранных с помощью разных видов и алгоритмов съемки данных были апробированы различные методы их обработ-

ки, позволившие сделать выводы о возможности их применения для решения тех или иных задач. Также определились проблемы в этой области, которые станут темой последующих исследований.

Результатом работ, помимо наработанных методик, стали картографические материалы, в т. ч. оригинальная карта, отображающая типы динамики городской застройки. Все материалы переданы в градостроительный отдел администрации г. Дербент. За время полевых исследований был получен опыт работы с БПЛА и лазерным сканером, были проведены аэрофотосъемки высокогорного и равнинного типов рельефа. Были выполнены многие задачи, был получен колоссальный объем данных различной природы.

Коллектив благодарит администрацию г. Дербента, МЧС республики Дагестан, выпускника географического факультета Дмитрия Корюхина за оказанное содействие и информационную поддержку в ходе выполнения работ.

Список литературы

1. Кригер Н.И. Лессовый псевдокарст // Вопросы теории и методики инженерной геодинамики. Тр. ПНИИИС. 1975. Вып. 32. С. 25.
2. Курбанова З.А., Магомедова М.Р., Магомедов А.Х. Создание картографической основы при разработке правил землепользования и застройки муниципальных образований Дербентского района с применением ГИС-технологий // Проблемы рационального природопользования и пути их решения. Махачкала: ДГТУ, 2018. С. 223–226.
3. Медведев А.А., Алексеенко Н.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов для тематического крупномасштабного картографирования // Вопросы географии. 2017. Т. 144. С. 408–426.
4. Nesbit P., Hugenholtz C. Enhancing UAV–SfM 3D Model Accuracy in High-Relief Landscapes by Incorporating Oblique Images // Remote Sensing. 2019. No. 3(11). P. 239.

ЛАВИННАЯ ОПАСНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ НА СКЛОНАХ Г. АЙКУАЙВЕНЧОРР И В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. КИРОВСКА В СЕЗОНЕ 2021–2022 ГГ.

*Жукова Е.Д., Иванов В.А., Викулина М.А., Иванов М.Н.,
Илюшин И.К., Кисляк У.А., Костенков Н.А., Кузякин Л.П.,
Патрикеева И.А., Платонов И.А., Пожарская А.Д.,
Стельмах Ю.Ю., Татаринцев И.А., Трунин Д.А.*

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра криолитологии и гляциологии*

Введение. Хибины относят к горным районам с высокой степенью лавинной активности, в связи с этим исследование снежного покрова и лавинной деятельности на данной территории является актуальной задачей для безопасности местного населения и туризма. В настоящий момент туристический кластер в районе г. Кировска активно развивается, расширяется строительство рекреационных объектов, что требует повышенного внимания к проблеме лавинной опасности. В последние десятилетия существует тенденция к потеплению зим и увеличению их снежности. Это отражается на туристической привлекательности Хибин, так как устойчивый снежный покров делает горнолыжный сезон продолжительным.

Цель наших зимних научных полевых исследований состояла в проведении снеголавинных исследований на территории горного массива в условиях расширяющегося антропогенного воздействия и климатических изменений.

Зимние научные полевые исследования проводились в рамках работ по Госзаданию кафедры криолитологии и гляциологии «Эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии» и позволили получить информацию об особенностях снегонакопления и лавинообразования в разных природных и погодных условиях зимы 2021/2022 г. и сравнить их с данными предыдущих лет (рис. 1).

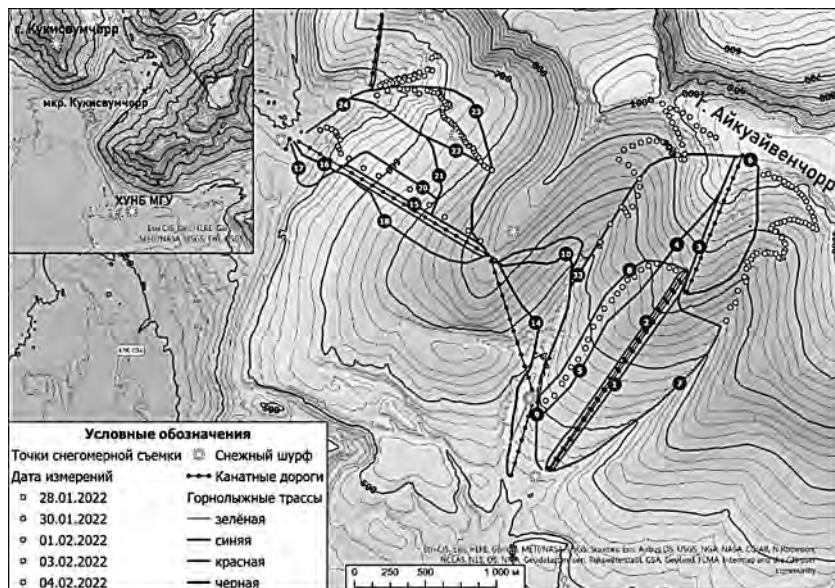


Рисунок 1 – Схема района исследований экспедиции кафедры криолитологии и гляциологии зимой 2022 года

Методы исследования. В рамках экспедиции проводились подготовительные, полевые и камеральные работы:

1. Подготовительный этап включал в себя изучение аэрофотоснимков, топографических карт и необходимой литературы.

2. В рамках полевых работ были проведены рекогносцировочные маршруты, выбраны участки, отражающие основные типы формирования снежной толщи на разных высотах и ландшафтных зонах для закладки снежного шурфа и проведение снегомерных работ.

3. На камеральном этапе, который проходил на Хибинской учебно-научной базе географического факультета МГУ (ХУНБ) для обработки материалов использовались пакет приложений Microsoft Office, программный пакет ArcGIS. В программах создавались текстовые документы, картографические материалы, проводилось моделирование лавин в программе RAMMS и анализ снежного покрова с помощью международной базы данных SnowPilot.

Для изучения зависимости между особенностями местности и характером снегонакопления проведено описание снежных шурфов на склонах северной и южной экспозиции г. Айкуайвенчорр, а также на склоне юго-западной экспозиции г. Кукисвумчорр на разных высотных уровнях. Для оценки потенциальной лавиной опасности окружающей территории были проведены тесты на устойчивость снежного покрова.

В течение полевого выезда было описано 7 снежных шурфов: 2 шурфа на территории метеоплощадки ХУНБ 28.01.22 и 04.02.22; 3 шурфа на северо-западном склоне г. Айкуайвенчорр в верхней, средней и нижней частях; 1 шурф в нижней части южного склона г. Айкуайвенчорр; 1 шурф на вершине г. Кукисвумчорр.

Для определения снежности зимы 2021–2022 гг. были проведены снегомерные работы на территории метеоплощадки ХУНБ, где брались отсчёты по 6 рейкам в течении 9 дней. Данные снегомерных работ сравнивали с данными снегомерных работ за предыдущие годы для определения снежности зимы.

Для моделирования возможных лавин из лавиносборов 1 и 2 (нумерация согласно данным [1]) использована программа RAMMS, которая позволяет воссоздать ранее сошедшие лавины и определить их динамические характеристики, информация о которых чаще всего отсутствует (рис. 2). В основе программы лежит двумерная модель, позволяющая моделировать движение лавинного потока в условиях трёхмерного рельефа, который создается на основе одномерной гидравлической модели Вельми-Зальма [2]. Исходными данными для программы являются цифровая модель рельефа, предполагаемая зона зарождения лавины и толщина снега в ней, а также коэффициенты трения.

Особенности распределения и строения снежного покрова в разных ландшафтных и высотных условиях. Склоны г. Айкуайвенчорр характеризуются значительными абсолютными высотами от 380 до 1075 м над уровнем моря. Измерения толщины снежного покрова проводились на высотах от 419 до 1075 м над уровнем моря. В среднем склоны в районах исследований имеют крутизну не более 35°, но на отдельных участках превышают 50°. Лесной пояс на склонах г. Айкуайвенчорр заканчиваются на высоте около 450 м.

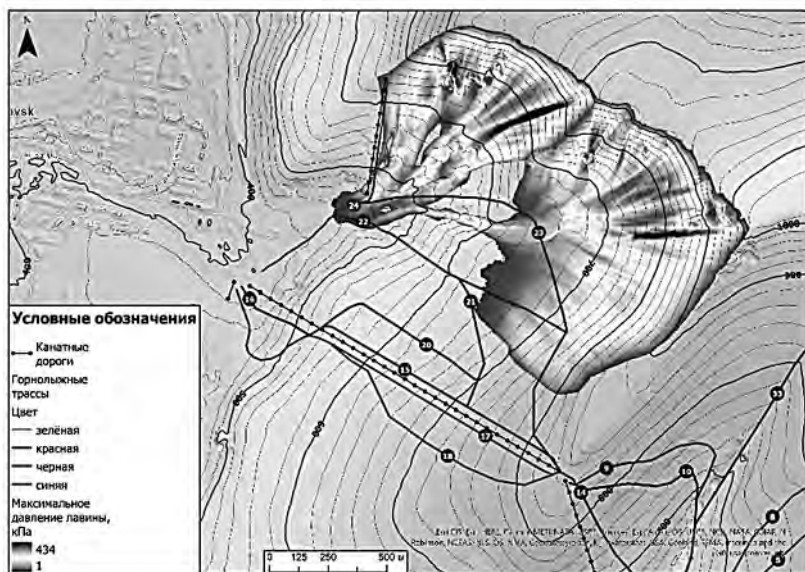


Рисунок 2 – Результат моделирования лавин для северного склона ГЛК «Большой Вудъявр» (выполнено в ПО RAMMS)

На северном и южном склонах г. Айкуайвенчорр было выполнено 217 замеров снежной толщи на шести профилях сверху вниз. Информация по местоположению, экспозиции, уклону и толщине снежного покрова представлена в таблице 1. Работы были проведены около трасс № 5, 6, 8, 15, 22, 23, 33 на горнолыжном комплексе (ГЛК) «Большой Вудъявр» (рис. 1).

В ходе проведённых полевых и камеральных работ выявлено, что главный фактор в распределении снежного покрова на склонах г. Айкуайвенчорр – это метелевый перенос, что подтверждается работами других авторов [3]. Абсолютная высота местности и микрорельеф склона являются второстепенными факторами.

В результате анализа описаний разрезов снежных шурфов можно сказать, что ведущим типом метаморфизма развития снежной толщи является температурогradientный. Этот тип метаморфизма характеризуется преобразованием структуры снега путем роста одних кри-

сталлов за счет уменьшения и исчезновения других под действием температурного градиента [4]. В результате таких процессов растут новые формы скелетных кристаллов, которые постепенно заменяют обломки снежинок и зерна снега. В нижних слоях снежного покрова образуются крупные кристаллы глубинной изморози. Глубинная изморозь наблюдалась во всех снежных шурфах, заложенных в различных ландшафтных и высотных условиях, что объясняется низкими температурами и малым количеством снега в первой половине зимнего сезона 2021–2022.

Таблица 1 – Профили снегомерной съемки

№ профиля	Местонахождение, г. Айкуайвенчорр	Экспозиция	Уклон, °	Толщина снежного покрова, см
1	Средняя часть южного склона	ЮЗ-Ю	8–22	20–195
2	Средняя и нижняя части северного склона	Ю-ЮЗ	11–38	30–240
3	Верхняя часть южного склона	СВ-ЮЗ-З-В-ЮВ-Ю	10–53	30–320
4	Средняя и нижняя части северного склона	З-Ю-ЮЗ	7–35	7–220
5	Верхняя часть южного склона	ЮЗ-СЗ-СВ-В-Ю-ЮВ	3–45	42–300
6	Нижняя часть северного склона	ЮЗ-Ю-В-ЮВ	11–36	15–250

Отличительной чертой строения снежной толщи изучаемого нами региона является наличие ветровой упаковки, что связано с частыми и сильными ветрами [5]. Анализ разрезов показал, что из-за ветрового воздействия слои высокой плотности располагаются выше горизонтов с малой плотностью. Такое переуплотнение снежной толщи на склоне является благоприятным для образования лавин.

Анализ данных снегомерных работ на метеоплощадке ХУНБ и сравнение их с базой данных с 1985 г. показал, что зима сезона 2021–

2022 многоснежная. Как правило максимум снегонакопления достигается в марте или апреле.

Выводы. В ходе зимних научных полевых работ кафедры криологии и гляциологии были собраны новые данные о характеристиках снежного покрова в разных ландшафтных зонах и на разных высотах, были проведены снеголавинные исследования, а также метеорологические наблюдения, в результате чего пополнилась база научных данных кафедры. В результате анализа структуры снежного покрова на разных гипсометрических уровнях была установлена слоистость снежных толщ, было выявлено наличие разрыхленных горизонтов глубинной изморози, а также уплотненных ветровых снежных плит в верхних частях описанных шурфов. Результатом полевых измерений стали схемы распределения снежного покрова на склонах г. Айкуайвенчорр, позволяющие установить зависимость снегонакопления от рельефа и абсолютной высоты территории. Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Выявлены пояса повышенной снежности, наибольшая толщина снежного покрова наблюдается на перегибах рельефа, где образуются надувы, наименьшая, где он утрамбован или сдут.

2. Снежная толща зимы 2021/2022 гг. развивалась по типу конструктивного метаморфизма. На контакте с грунтом сформировалась глубинная изморозь из-за низких температур в первой половине зимы, когда снежный покров был недостаточно мощным, но, несмотря на это, лавин в зимнем сезоне 2021/2022 гг. отмечалось меньше обычного из-за малой толщины снежного покрова в лавинных очагах.

3. Трассы горнолыжных комплексов в пределах города Кировска находятся в зоне воздействия лавин.

4. На данный момент в г. Кировске работают три противолавинные службы, которые занимаются оповещением населения о лавинной опасности: муниципальная и две коммерческие, одна из которых принадлежит ОАО «ФосАгро» и является продолжением действующего ранее Центра лавинной безопасности, а другая – Северо-западной фосфорной компании. Однако на горнолыжных курортах Хибин люди часто демонстрируют непонимание опасности: многие попросту игнорируют предупреждающие сообщения, что приводит к большому количеству несчастных случаев. Необходимо повышать «лавинную

грамотность» как местных жителей, так и туристов. Частично это уже начинает осуществляться – в Музейно-выставочном центре «Апатит» можно ознакомиться с экспозицией, рассказывающей о важности соблюдения правил лавинной безопасности.

Список литературы

1. Аккуратов В.Н. Метеорологические условия образования лавин в Хибинах//Материалы гляциологических исследований. 1966. №12. С.132–138.

2. Voellmy A. Uber die Zerstorungskraft von Lawinen // Schweizerische Bauzeitung, Jahrg. 1955. Vol. 73. P. 159–162.

3. Мокров Е.Г. Сейсмические факторы лавинообразования. М.: Научный мир. 2008. 129 с.

4. Божинский А.Н., Лосев К.С. Основы лавиноведения. М.: Гидрометеоздат, 1987. 280 с.

5. Исследование снега и лавин в Хибинах. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 138 с.

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОБАЛАНСА И МЕТЕЛЕВОГО ПЕРЕНОСА НА ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОГО ЛЕДНИКА В СЕЗОН АККУМУЛЯЦИИ

*Дроздов Е.Д.¹, Полюхов А.А.¹, Андросова Е.Е.¹, Артамонов А.Ю.²,
Гвоздева А.В.¹, Гибадуллин Р.Р.¹, Криловец П.А.¹, Леусенко Л.А.¹,
Мелик-Багдасарова А.С.¹, Ярынич Ю.И.^{1,2}, Торопов П.А.^{1,3}*

*¹Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра метеорологии и климатологии*

²Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

³Институт географии РАН

Введение. Криосфера является неотъемлемым элементом географической оболочки и высокогорных регионов. Горные ледники занимают всего 1% от общего оледенения планеты, однако ощутимо влияют на региональный климат (особенно гидрологический режим) и одновременно являются одним из ключевых индикаторов региональных и глобальных изменений климата [1]. В условиях глобального потепления горные ледники характеризуется существенными темпами деградации, теряя в среднем 1–2% массы в год [2]. Процесс дегляциации оказывает негативное воздействие на сельское хозяйство и рекреационную деятельность, приводит к повышению уровня Мирового океана, наносит ущерб инфраструктуре и нарушает экологическое равновесие в горных регионах [3]. Поэтому физико-математическое описание горного оледенения, в том числе в рамках глобальных климатических моделей, является актуальной задачей наук о Земле. Реализация этой задачи невозможна без метеорологических измерений на горных ледниках, которые позволят выполнять количественные оценки компонентов баланса массы горного ледника: слоя годового стаивания (абляции) и снегонакопления (аккумуляции).

Значительное влияние на процесс аккумуляции снега на поверхности горного ледника оказывают ветровой перенос снега, а также сублимация ледяных кристаллов во время метелей [4]. Потери снежной массы за счет сублимации могут быть существенными: в различных

регионах эта величина варьирует в пределах 10–20% [5], оказывает заметное влияние на баланс массы горных ледников, и в конечном итоге на речной сток. Поэтому необходим учет этого процесса при моделировании горных ледников и стока в численных моделях погоды и климата.

Данные и методы исследования. Методы метеорологических и актинометрических измерений. Комплекс метеорологических и актинометрических измерений на леднике Гарабаши (рис. 1) проводился с 27 января по 24 февраля 2022 г. Метеорологическая площадка размером 20×20 м представляла собой снежную поверхность южного склона г. Эльбрус на высоте 3890 м над уровнем моря.

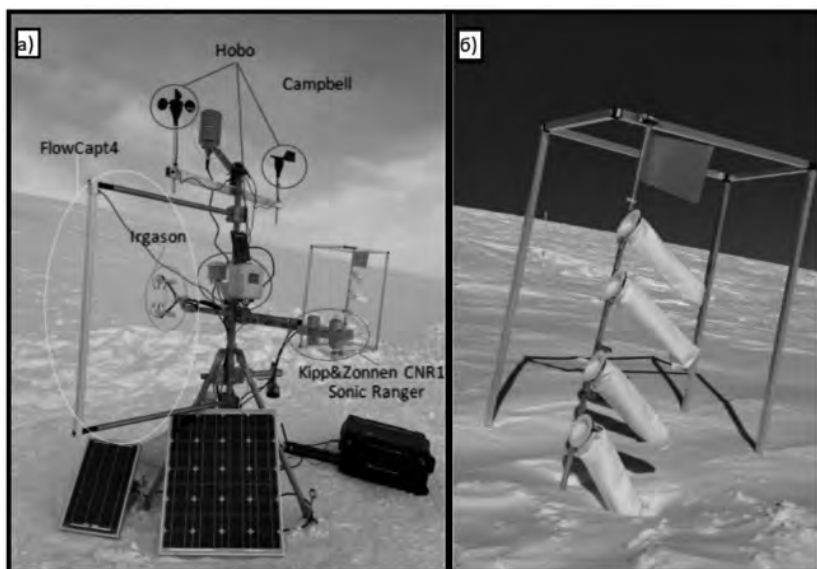


Рисунок 1 – Измерительный комплекс на леднике Гарабаши
а) Метеостанции Hobo, Campbell, балансмер Kipp&Zonnen CNR1, метелемер FlowCapt4; б) Метелевые ловушки

Метеорологические измерения на леднике Гарабаши проводились в автоматизированном режиме с дискретностью 1 минута. Измерялись следующие параметры: температура воздуха, и относительная

влажность на высотах 0,55 и 2 м над поверхностью (с помощью метеостанций HOBO и Campbell); скорость и направление ветра посредством анемометров HOBO; приходящей и отражённой коротковолновой радиации, теплового излучения атмосферы и снежной поверхности на уровне 1 м с помощью радиометра Kipp&Zonnen CNR1; интенсивность метелевого потока по акустическому метелемеру ISAW FlowCapt4. Кроме того, проводились ежедневные наблюдения по пяти снегомерным рейкам, расположенным на расстоянии 20 м в различных условиях аккумуляции снега, а также измерения метелевого переноса методом взвешивания метелевых ловушек на различных уровнях.

Методы анализа метеорологических данных и расчёта компонент теплового баланса. Полное уравнение теплового баланса для слоя снежного покрова в высокогорной области в сезон аккумуляции может быть записано в более общей форме:

$$Q_m = R + H + LE + Q_D, \quad (1)$$

где Q_m – затраты тепла на таяние льда, R – радиационный баланс, H – турбулентный поток явного тепла, LE – турбулентный поток явного тепла, Q_D – поток тепла за счёт молекулярной диффузии в толще снега. Компоненты уравнения (1) оценивались во многих работах для различных горных ледников Земли. Оценки, выполненные для кавказского ледника Джанкуат [6] показали, что вклад радиационной компоненты в таяние в области абляции составляет 70–80%, турбулентного потока тепла – 20–30%, однако, величина LE может быть как положительной, так и отрицательной.

Измерения, выполненные на леднике Гарабаши, позволили применить метод аэродинамических формул (метод балк-формул) для расчёта потоков явного и скрытого тепла над снежной поверхностью. Чаще всего этот метод используется для оценок турбулентных потоков над ледниками [7]. В общем виде потоки явного и скрытого тепла, согласно этому методу, выражаются следующим образом:

$$H = C_p K \rho (T - T_0); LE = L K \rho (q - q_0). \quad (2)$$

Здесь L – удельная теплота испарения – конденсации, Дж/кг; ρ – плотность воздуха, кг/м³; K – коэффициент турбулентного теплообме-

на; C_p – удельная теплоемкость воздуха. Таким образом, для восстановления потоков явного и скрытого тепла необходимы лишь сведения о температуре и удельной влажности воздуха на высоте 2 м (T, q) и у поверхности (T_0, q_0) полученных по данным НОВО и Campbell. При этом коэффициент турбулентного теплообмена K определяется через функцию объемного числа Ричардсона Ri_b согласно [8]:

$$k = \frac{\kappa^2 u}{\left(\ln \frac{z_2}{z_0}\right)^2} f(Ri_b); f(Ri_b) = \begin{cases} (1 - 5Ri_b)^2, & Ri_b > 0, \\ (1 - 16Ri_b)^{0.75}, & Ri_b < 0, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{где } Ri_b = \frac{g}{T} \frac{dT/dz}{(du/dz)^2},$$

z_0 – параметр динамической шероховатости, заданный для поверхности ледника равным 10^{-3} м, $\kappa = 0,4$ – постоянная Кармана; g – ускорение свободного падения, м/с²; u – скорость ветра м/с на уровне $z_2 = 2$ м. Таким образом, для восстановления потоков явного и скрытого тепла необходимы лишь сведения о температуре и удельной влажности воздуха на высоте 2 м (T, q) и у поверхности (T_0, q_0), полученные по данным НОВО и Campbell.

В то же время полное испарение с поверхности снега включает в себя не только турбулентный поток влаги, но и сублимацию ледяных кристаллов. Исследования показывают, что при сильных метелях и скоростях ветра более 10 м/с, сублимация может оказывать вклад, сравнимый с потоками явного и скрытого тепла [9]. Скорость сублимации определяется степенью турбулизованности атмосферы в приземном слое, критерием которой является число Рейнольдса и в метели на заданной высоте рассчитывается как [9]:

$$S(z) = -\sum_r M_r \frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{n_r}{4\pi\rho_p r^2} \left(\frac{\partial m}{\partial t} \right)_r \right]. \quad (4)$$

Ключевой величиной является скорость изменения массы сублимирующей частицы $\partial m/\partial t$. Данная величина может быть определена

через измеренные значения температуры и удельной влажности воздуха, а также по среднеквадратическому отклонению скорости ветра. Расчет массы M_r и количества n_r частиц с радиусом r и плотностью ρ_r производится с использованием непрерывного распределения частиц по размерам на основе общей массы M частиц снега, измеренной метемером ISAW FlowCapt. Для расчетов обычно выбирается радиус r в диапазоне 0–600 мкм с шагом 10 мкм.

Результаты и обсуждение. Оценка компонентов теплового баланса ледника. В ходе измерений, проведенных с помощью радиометра Kipp&Zonnen CNR1, были получены временные ряды плотностей потока коротковолновой и длинноволновой радиации с 4 по 24 февраля 2022 г.

В течение всего периода дневной максимум коротковолновой радиации имеет среднее значение около 800 Вт/м². Среднее альbedo снежной поверхности вблизи полудня составило около 60%. При этом максимальный вклад в радиационный баланс от баланса длинноволновой радиации оказывается менее 100 Вт/м². Поэтому ход радиационного баланса (рис. 2) имеет выраженную суточную изменчивость, прежде всего связанную с ходом приходящей коротковолновой радиации, определяемой высотой солнца над горизонтом.

Также на основе собранных данных, с использованием аэродинамического метода, были рассчитаны значения плотностей потоков явного и скрытого тепла, а также восстановлены значения затрат тепла на сублимацию ледяных кристаллов (рис. 2). Максимальные значения потоков явного тепла в атмосферу были получены ночью 14 числа (270 Вт/м²), из атмосферы – в полдень 16 февраля (180 Вт/м²). Максимальный поток скрытого тепла наблюдался так же ночью 14 числа (150 Вт/м²).

Заметно, что единственные, сопоставимые с потоком скрытого тепла, значения затрат тепла на сублимацию были днем 7.02.22 (14 Вт/м²), а ночью 10.02.22 затраты тепла на сублимацию (27 Вт/м²) более чем вдвое превышали поток скрытого тепла. Стоит отметить, что период наблюдений характеризовался преимущественно однородной и малооблачной погодой, при которой затраты тепла на сублимацию оказываются близки к нулю. Однако в условиях ночных метелей затраты тепла на сублимацию могут становиться определяющей компонентой теплового баланса.

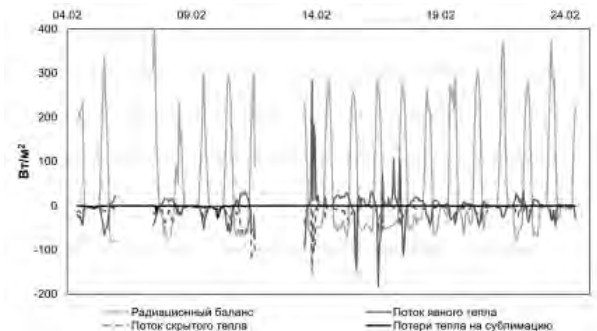


Рисунок 2 – Временной ход радиационного баланса, явного и скрытого тепла, а также потерь тепла на сублимацию

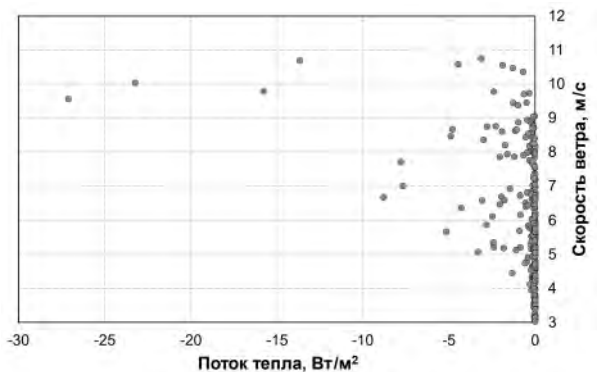


Рисунок 3 – Зависимость потерь тепла на сублимацию от приземной скорости ветра

В то же время интенсивность сублимации ледяных кристаллов в значительной степени определяется скоростью приземного ветра (рис. 3). При скоростях менее 4 м/с сублимация практически не наблюдается и становится существенной при скоростях более 9 м/с. Максимальная потеря тепла за счет сублимации наблюдается при скорости ветра 9,5 м/с. При более высоких скоростях наблюдается уменьшение интенсивности сублимации, которое связано с уменьшением показателей удельного влагосодержания и температуры. Поэтому можно го-

ворить, что значительные скорости ветра являются необходимым, но не достаточным фактором развития процесса сублимации при метели.

Кроме того, сублимация кристаллов льда играет заметную роль в суммарном испарении и потерях снежной массы на поверхности. Расчет скорости данного процесса позволяет отделить соответствующую компоненту от потока влаги за счет возгонки водяного пара с поверхности снежного покрова. Таким образом, при сильных метелях для достоверной оценки теплового баланса и баланса массы поверхности ледника необходим учет процесса сублимации кристаллов льда.

Оценка величины метелевого переноса. В рамках экспедиции был выполнен комплекс измерений для исследования метелевого переноса. С помощью акустического метелемера ISAW FlowCapt FC4 были получены данные о потоке частиц льда, данные о скорости ветра – с помощью автоматической метеостанции НОВО и метелемера, по снегомерным рейкам были получены данные о снегонакоплении на измерительной площадке. Кроме того, вертикальное распределение снега по четырем уровням (38, 65, 90 и 115 см над поверхностью) было оценено с использованием задерживающих снег метелевых ловушек. На основе этих данных, а также общего анализа синоптической ситуации, периоды с наблюдаемым метелевым переносом были классифицированы согласно работе [4] на случаи низовых (6 февраля) и общих метелей (4–5 февраля, 6–7 февраля, 9–11 февраля, 13 и 19 февраля).

Интенсивные осадки 10 февраля, обусловленные фронтальной системой южного циклона, внесли наибольший вклад в динамику снегонакопления со значением 8,2 см в среднем по снегомерной площадке (рис. 4б). Период с 10 февраля по 11 февраля был классифицирован как общая метель. Величина интенсивности метелевого переноса достигала $19,21 \text{ г/м}^2\text{с}$ (рис. 4а), а значение переноса за сутки между измерительными сроками – $1,7 \text{ кг/м}^2$, что составило 0,7% от интегрального значения за период экспедиции (253 кг/м^2).

Наиболее интенсивный за все время экспедиции перенос снега наблюдался 6 февраля и был обусловлен низовой метелью. Порывы ветра по данным метелемера достигали 35–40 м/с, средняя скорость – около 20 м/с. По-видимому, такие высокие значения скорости ветра наблюдались из-за подветренной бури [10,11]. Возникновению этого

явления способствовали северо-западные потоки в высотной фронтальной зоне при высокой скорости натекания. Интенсивность переноса снега достигала $76 \text{ г/м}^2 \text{ с}$, а интегральная величина метелевого переноса за период низовой метели 6 февраля составила 162 кг/м^2 (69% от суммарного значения за период экспедиции).

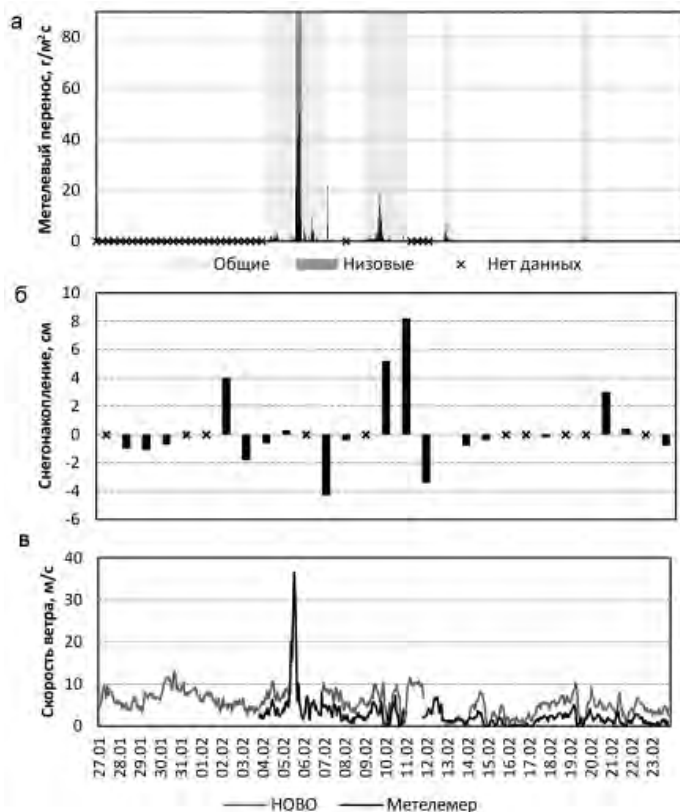


Рисунок 4 – Временной ряд характеристик метелевого переноса а – интенсивность метелевого переноса, $\text{г/м}^2 \text{ с}$, по данным акустического метелемера; б – гистограмма среднего значения снегонакопления на измерительной площадке, см; в – скорость ветра по данным автоматической метеостанции Ново и акустического метелемера

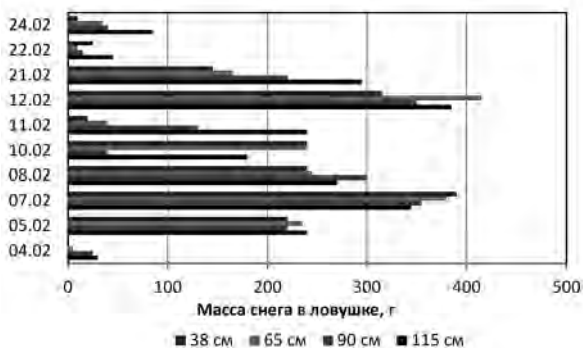


Рисунок 5 – Гистограмма вертикального распределения метелевого переноса по метелевым ловушкам

По данным снегомерных наблюдений от 07.02.2022 дефляция в среднем понизила уровень снежного покрова измерительной площадки на 4,3 см. Как отмечено в [12], горизонтальный перенос снега экспоненциально убывает с высотой. Данные наблюдений (рис. 5) в целом соответствуют такому распределению: в норме в ловушках, находящихся ближе к поверхности снежного покрова, собирается большее количество снега, нежели в верхних. Так, 10 февраля, на фоне снегопада, скорость ветра менялась в диапазоне 5–10 м/с, что, согласно [4] достаточно для возникновения дефляции. Таким образом, заполнение нижней ловушки происходило быстрее, чем расположенного над ним.

Однако возникают случаи с «инверсиями», когда в метелевых ловушках, расположенных выше от поверхности снежного покрова, собирается большая масса снега. 9 февраля на протяжении всего дня наблюдались осадки при скорости ветра порядка 3–7 м/с. Такие условия благоприятствовали возникновению общей метели. При этом дефляционная составляющая этой метели отличалась слабой интенсивностью. То есть, заполнение ловушек происходило в основном за счёт атмосферных осадков. В силу малой дефляционной составляющей и относительно невысокой скорости ветра, наполнение верхних ловушек происходило интенсивнее, т.к. скорость ветра с высотой увеличивалась (на рис. 4в скорость ветра на уровне метелемера, рас-

положенного ниже датчика АМС НОВО, характеризуется меньшими значениями, чем на высоте датчика).

Выводы. Анализ данных измерений, выполненных в экспедиции, позволил расширить представление о количественных характеристиках метелевого переноса на Эльбрусе, а также оценить величину компонентов теплового баланса ледника Гарабаши в зимний период.

Было показано, что поток явного тепла оказывает существенно меньший вклад в тепловой баланс по сравнению с радиационным балансом, а плотность его потока редко превышает 100 Вт/м^2 при максимальном значении в 270 Вт/м^2 . При этом в зимний период поток скрытого тепла всегда направлен от поверхности в атмосферу при плотности потока, не превышающей 150 Вт/м^2 . В то же время при сильных метелях и скоростях ветра более 9 м/с затраты тепла на сублимацию ледяных кристаллов могут достигать 27 Вт/м^2 . При ночных метелях эта величина может превышать остальные компоненты теплового баланса. Поэтому учет процесса сублимации ледяных кристаллов при расчете теплового баланса поверхности и баланса массы горного ледника остро необходим.

Кроме того, были выделены периоды с низовой и общими метелями. Период низовой метели характеризовался высокими значениями скорости ветра (порывы $35\text{--}40 \text{ м/с}$), что вероятно, было приурочено к подветренной буре [10,11]. При этом интегральная величина метелевого переноса составила 162 кг/м^2 или 69% от суммарного значения за период экспедиции (253 кг/м^2 за 20 дней). В то же время интенсивность снежного переноса во время общих метелей была на порядок ниже.

Впервые был опробован метод измерения метелевого переноса с помощью задерживающих снег метелевых ловушек, установленных на четырех уровнях. Было показано, что экспоненциальное убывание с высотой интенсивности горизонтального переноса снега характерно при дефляционных метелях. В то же время в случаях общих метелей преобладает эффект увеличения скорости ветра с высотой и возникают случаи «инверсионного» вертикального распределения. Тем не менее, этот метод измерений нуждается в проверке и, возможно, в доработке, в связи с неизвестной достоверностью получаемых данных.

Список литературы

1. Haerberli W., Zemp M. Mountain glaciers: on thin ice. In: Kohler T. et al. Mountains and climate change: from understanding to action. Bern, 2009. p. 22–29.
2. Hock R., Rasul G. et al. “High Mountain Areas,” in IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)). 2019.
3. Matthews J.B.R. (ed.). IPCC, 2018: Annex I: Glossary In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. 2018.
4. Дюнин А.К. Механика метелей. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. 380 с.
5. Bintanja R. Snowdrift suspension and atmospheric turbulence. Part I: Theoretical background and model description. *Boundary-layer meteorology*. 2000. Vol. 95. No. 3. p. 343–368.
6. Торопов П.А., Шестакова А.А., Смирнов А.М., Поповнин В.В. Оценка компонентов теплового баланса ледника Джанкуат (Центральный Кавказ) в период абляции в 2007–2015 годах. *Криосфера Земли*. 2018. Vol. XXII. No. 4. P. 42–54.
7. Волошина А.П. Метеорология горных ледников. МГИ, 2001. Вып. 92. С. 3–138.
8. Takeuchi Y., Naruse R., Satow K., Ishikawa N. Comparison of heat balance characteristics at five glaciers in southern hemisphere. *Global and Planetary Change*, 1999. V. 22. P. 201–208.
9. Bintanja R. Snowdrift Sublimation in a Katabatic Wind Region of the Antarctic Ice Sheet. *J. Appl. Meteorol.* 2001. Vol. 40. P. 1952–1966.
10. Durran D.R. Mountain waves and downslope winds. *Atmospheric processes over complex terrain*. American Meteorological Society, Boston, MA, 1990. P. 59–81.
11. Шестакова А.А., Моисеенко К.Б. Гидравлические режимы обтекания гор при сильных подветренных бурях: новороссийская и новоземельская бора и певекский южак. *Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана*, 2017. С. 405–416.
12. Sugiura K., Nishimura K., Maeno N., Kimura T. Measurements of snow mass flux and transport rate at different particle diameters in drifting snow. *Cold Regions Science and Technology*. 1997. Vol. 27. P. 83–89.

ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОД В БУХТАХ И РЕКАХ СЕВАСТОПОЛЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

*Калинин М.А., Кукушкин В.М., Маслова В.С., Мухаметов С.С.,
Онищенко Н.А., Пилик Д.И., Поливанова Т.К.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра океанологии*

Введение. Зимняя экспедиция кафедры океанологии традиционно проходит в северо-восточном секторе Черного моря ежегодно во время зимних студенческих каникул. Основным объектом исследования стали две черноморские бухты – Севастопольская и Балаклавская, а именно их гидрохимические и гидрологические параметры, а также гидрометеорологические условия в районе их расположения.

Необходимо отметить важность именно зимних съемок, которые проводил отряд, так как именно этот временной период является наиболее неблагоприятным по погодным условиям для судовой и береговой работы исследователей [1]. Тем более значимыми и важными представляются результаты исследований, проведенных в это время.

Наряду с океанологическими съемками проводятся метеорологические работы, что позволяет в комплексе оценить гидрометеорологическое состояние исследуемой территории.

Участники экспедиции провели комплексные метеорологические и океанологические исследования в прибрежной зоне и двух бухтах Крымского полуострова. Основные цели: Главные цели – изучение гидрометеорологических явлений юго-западного побережья Крымского полуострова в зимний период.

Микроклиматические наблюдения. Наблюдения за основными метеорологическими параметрами велись в течение всего полевого периода, 25.01–6.02.2022 г. Они производились в автоматическом режиме с помощью АМС Davis Vantage Pro II с дискретностью 5 минут.

В течение первых дней полевых наблюдений (25–27.01) осадки не выпадали. 28 и 29 января АМС регистрирует малое количество осад-

ков (10 и 2,5 мм соответственно). В последующие дни количество выпадающих осадков нарастает: 30.01 выпадает 55 мм, 31.01 – 47,8 мм. 1 февраля – день без осадков, зато в последующий день, 2 февраля, выпало максимальное количество осадков за весь период наблюдения – 75,1 мм. 3 февраля 2022 г. количество выпадающих осадков снижается до 27,5 мм, 4 февраля – до нуля, 5 февраля наблюдается небольшой рост (до 7,5 мм).

Измерения проводились наблюдателем визуально, с периодичностью раз в три часа в светлое время суток (с 27 января по 5 февраля). В течение всего периода наблюдений преобладала облачная погода (рис. 1). Как можно заметить, безоблачное небо было зафиксировано всего один раз – 27 января в 12 часов. Облачность, достигшая максимальных значений (10 баллов), наблюдалась весь день 2 и 3 февраля. Облачность 10 баллов (2.02–3.02.2022) сопровождалось дождем, что видно на графике распределения осадков.

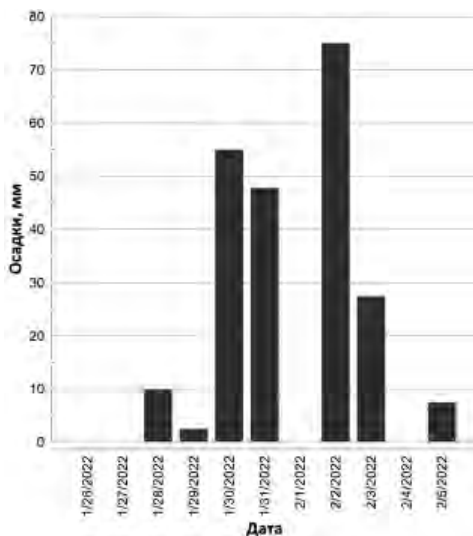


Рисунок 1 – График выпадения осадков (25.01–5.02.2022 г.)

Преобладающими ветрами во время полевого периода были ветры северного, северо-западного, юго-западного и южного направлений.

Северные и северо-западные ветры имели преимущественно скорости 2–4 м/сек. Наиболее высокими скоростями отличались ветры юго-западного и юго-юго-западного направлений. Максимальную скорость имел ЮЮЗ ветер – 5,8 м/сек. Юго-западные ветры имели скорости от 3 до 5 м/сек.

Самыми низкими скоростями отличались ветры южного направления (преимущественно до 1, реже – 2 м/сек.).

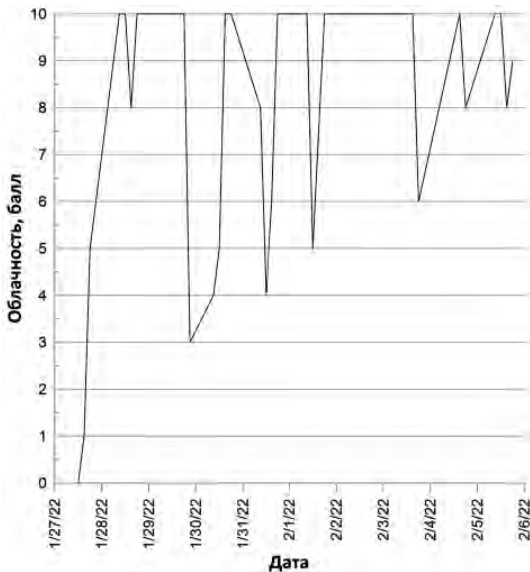


Рисунок 2 – Балл облачности (25.01–5.02.2022 г.)

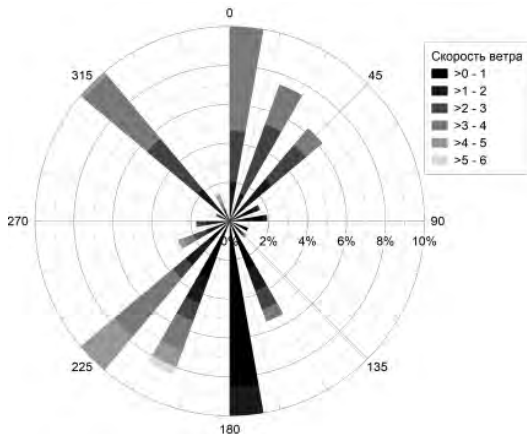


Рисунок 3 – Роза ветров (25.01–5.02.2022 г.)

Максимальное значение температуры (+9,7°C) было зафиксировано 2.02.2022 г. около 9.30 ч, минимальное (–2,1°C) – 27.01 с 8.40 до 9.40 ч. Средние значения температуры составили +3.53°C.

Ход влажности воздуха за исследуемый период представлен на рис. 5. Минимальная относительная влажность – 38% (с 4 до 7 часов утра 2.02.2022), максимальная – 89% (с 5 до 8 утра 3.02.2022).

Наименьшее давление наблюдалось ночью 31.01, и достигало 1001,5 гПа. Наибольшее давление–1018,4 27.01 (19–20 ч), а также вечером 29.01 (1018,3 гПа). В целом, именно в эти дни наблюдалось самое высокое давление – рис. 6.

Измерения с помощью термокосы. 29.01 во время выхода в море в районе Балаклавской бухты была установлена

термокоса. Она представляет собой трос с датчиками температуры. Были задействованы термодатчики Starmon mini (производитель Star

Oddi, Исландия). Во время выхода в море волнение достигало 2 м поэтому в таких условиях удалось закрепить 6 датчиков на расстояние около 3 м друг от друга, начиная с самого глубокого. Термокоса была установлена на глубине 32 м, которая была измерена эхолотом. Таким образом датчики располагались на глубинах 14,5, 17, 20,5, 23, 27 и 29 м. Таким образом термокоса не может измерять температуру поверхностных вод, но в силу перемешивания из-за волнения данные

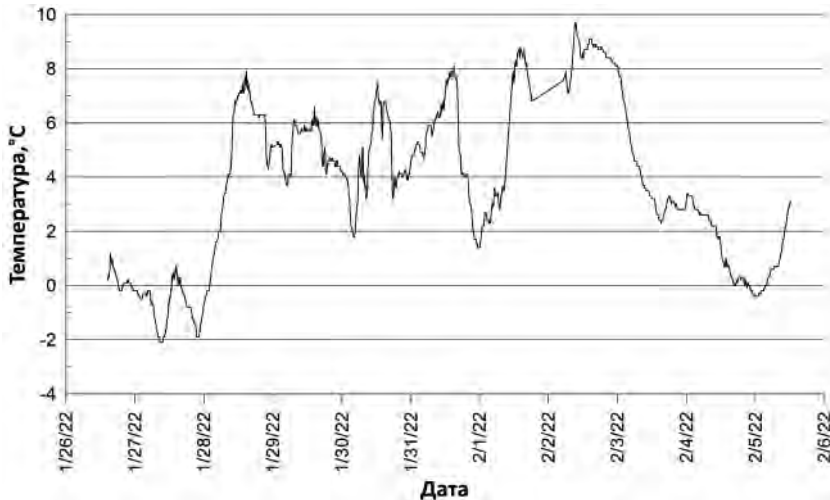


Рисунок 4 – Температура воздуха (25.01–5.02.2022 г.)

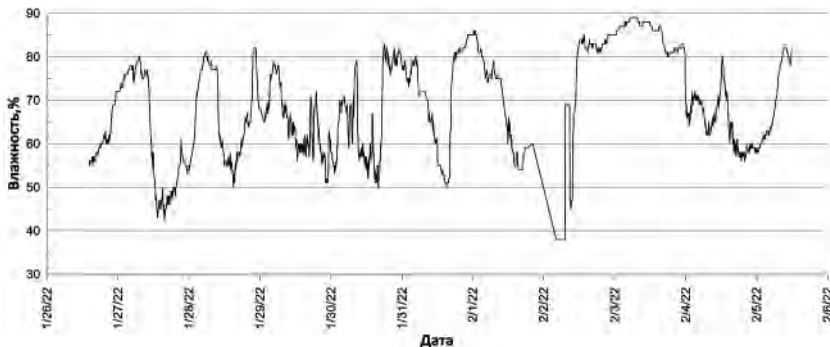


Рисунок 5 – Относительная влажность воздуха (25.01–5.02.2022 г.)

термокосы можно экстраполировать на всю толщу воды, так как стратификации не наблюдалось (рис. 7). Измерения проводились раз в 30 минут, термокоса была снята днем 04.02, таким образом на каждом датчике было записано 303 значения температуры воды. Термокоса была установлена к западу от выхода Балаклавской бухты в 100 м от берега на против мыса Мытилино (Мотыль). За все время измерений максимальная температура составляет $9,075^{\circ}\text{C}$, минимальная $8,375^{\circ}\text{C}$, таким образом за все время наблюдения разница между максимальной и минимальной температурой на всех глубинах составляет менее 1°C . Суточный ход в данных термокосы не наблюдается, таким образом основным фактором, влияющим на температуры воды являются сила и направление ветра, которые определяют сгонно-нагонные явления [2].

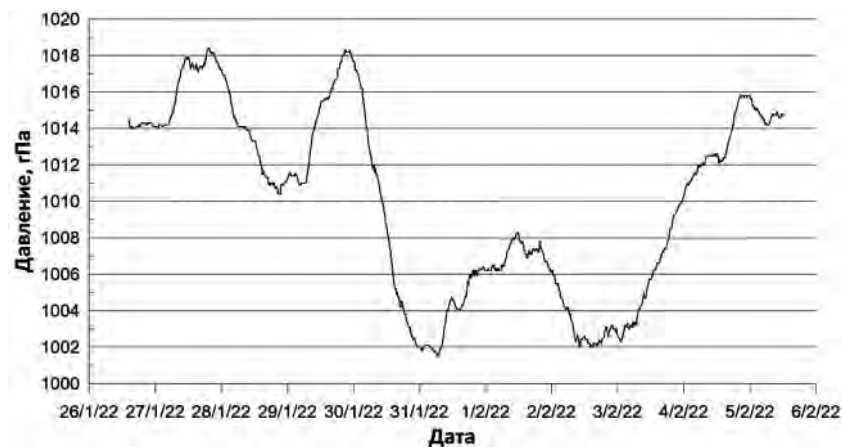


Рисунок 6 – Ход атмосферного давления (25.01–5.02.2022 г.)

С 29.01 со времени установки до 12 часов 31.01 наблюдается относительно теплая температура по всему профилю от $8,775^{\circ}\text{C}$ до $9,075^{\circ}\text{C}$. В этот период Крым находился на дальней окраине, а позже на юге циклона, смещающегося с Балтики на Центр России, погода определял размытый теплый атмосферный фронт. В это время дул западный и юго-западный ветер $6-10$ м/с, что способствовало сгону, поэтому в наблюдаемый период температуры выше среднего. С 01.02 Крым попал под влияние размытого гребня с востока, а 02.02 Крым

попал под влияние активного теплого фронта циклона, смещающегося с Греции на Восточное Средиземноморье. К 01.02 ветер сменился на восточный. Это привело к сгону, который прослеживается на данных термокосы. Он начинается с больших глубин (29 м – самый глубокий датчик) в 12 часов дня где, температура падает резко с 9 до 8,7°C, а далее еще ниже – до 8,57°C к 9:30 02.02. На рисунке 7 видно как холодные придонные воды в результате сгона наполняют всю толщу и на глубине 14,5 м (самый верхний датчик) температура падает с 9,02°C 31.01 до 8,67°C к 16:30 02.02, к 02.02 ветер сменился на южный до 6 м/с, а с 03.02 на теплом фронте средиземноморского циклона возникла волна (молодой циклон), который и оказывал влияние на погоду полуострова. Регион оказался в тылу молодого циклона, который быстро смещался с Ростовской области на Среднее Поволжье, при этом с севера стал поступать холодный воздух. Ветер на период 02.02–04.02 сменился на сначала на южный до 03.02, а с полуночи ветер был северный до 8 м/с. Таким образом сгон прекратился и с 17:30 02.02 до 23:30 температура по всей глубине резко поднялась до 9,02°C и до 9,08°C на глубине 14,5 м. Так как берег закрывает место расположения косы от ветра, то во время снятия термокосы волнение оценивалось 0–1 балл и ветер не действовал на циркуляцию моря и сгон прекратился.

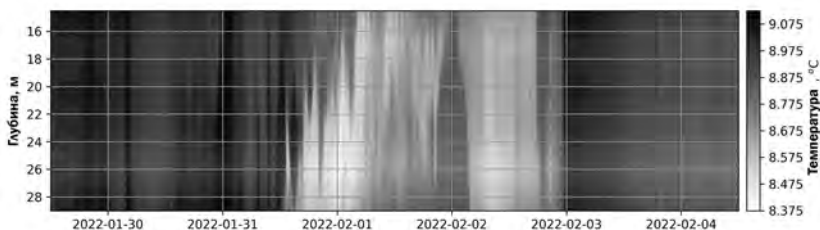


Рисунок 7 – Температура воды, измеренная термокосой (29.01–02.2022 г.)

Таким образом термокоса за время своего измерения зафиксировала ветровой сгон, который понизил температуру по всей толще воды на 0,7°C, который выразался в температуре воды более двух суток.

Изменение гидрологических показателей в Южной бухте за время срочных измерений. В период зимней практики с 27.01 по 5.02 ежедневно проводились срочные измерения гидрологических показателей – температуры и солёности. Собранные данные по температуре и солёности были преобразованы в следующие графики (рис. 8, 9).

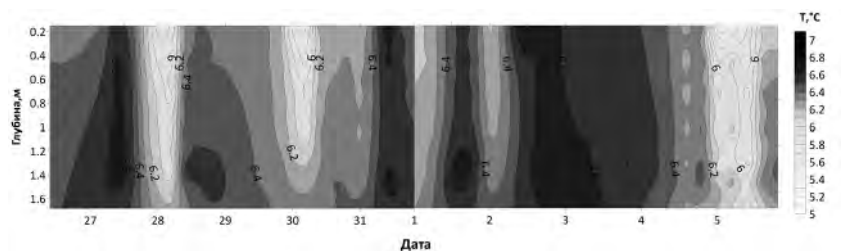


Рисунок 8 – Ход температуры воды в период 27.01–05.02

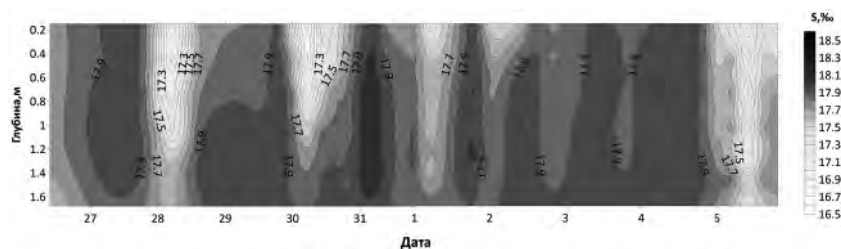


Рисунок 9 – Ход солёности воды в период 27.01–05.02

Средняя температура в точке наблюдений изменялась в диапазоне от 5,86 до 6,63°C. Максимальный прогрев водной толщи наблюдался 3.02. В этот день температура воды в среднем была равна 6,54°C. Такой прогрев был вызван достаточно высокой температурой воздуха, которая держалась в период с 29.01 по 3.02. В эти дни температура воздуха держалась в диапазоне от 2 до 10°C, что и позволило водной толще прогреться. После данного периода началось похолодание, которое отразилось на показателях.

На графике отчетливо видно 3 резких понижения температуры 28.01, 30.01 и 5.02. Эти скачки напрямую связаны с понижением температуры воздуха. 28.01 температура опускалась ниже 0, что не дава-

ло воде прогреваться, 30.01 было зафиксировано резкое понижение температуры в ночное время. А 3.02 погода начала меняться, температура воздуха стремительно падать, что и отразилось на значениях температуры воды – после пика 3.02, наблюдается постепенное охлаждение воды до минимума в 5,84°C 5 февраля.

Теперь рассмотрим, что происходило с соленостью воды в период проведения практики.

За указанный период показатели средние солености изменялись от 17,19‰ до 18,04‰. Наиболее высокие значения были зафиксированы 27.01, 3–4.02. До 27.01 не наблюдалось выпадения осадков, что и повлияло на высокие показатели солености. 3.02 наблюдались незначительные осадки, но вкупе с высокой температурой, они не повлияли на понижение солености. 4.02 осадков не наблюдалось, средняя соленость воды в этот день достигла своего пика за весь период.

Понижения солености наблюдались 28.01, 30.01, 1.02 и 5.02. В основном такие изменения были связаны с выпадением осадков. Минимальные значения наблюдались 30.01, в этот день было зафиксировано большое количество осадков и небольшое понижение температуры воздуха. Данная метеорологическая обстановка привела к снижению значений солености воды до 17,6‰ (среднее значение). После пика 4.02 соленость начала резко падать, что было вызвано осадками и снижением температуры воздуха.

За весь указанный период отмечались как повышения, так и падения показателей гидрологических характеристик – температуры и солености. По причине малой глубины водной толщи на полученные результаты сильное влияние оказывали погодные условия, что было отражено в описании хода изменений значений, и в чем мы смогли непосредственно убедиться. Однако из-за переменчивых погодных условий не наблюдалось какого-либо стабильного повышения или понижения значений. Но была замечена связь между значениями температуры и солености воды. Если сравнить показатели, глядя на графики, видно, что минимумы и максимумы температуры и солености совпадают друг с другом. Это указывает на то, что в конкретные периоды изменялась вся толща воды. Такое явление связано с внутренней динамикой вод [3].

Заключение. Подводя итоги зимней экспедиции кафедры океанологии, можно сказать, что все поставленные задачи были достигну-

ты, невзирая на порой неприветливую зимнюю черноморскую погоду. Студенты получили ценный опыт как работы с приборами и выполнения гидрологических работ, так и взаимодействия двух кафедр для выполнения общих научных целей. Таким образом, можно говорить о достижении поставленных целей. Полученные результаты, в первую очередь, предназначены для использования при разработке рекомендаций по комплексу мер защиты морской среды от загрязнения и ее рациональному использованию и для уточнения работ гидрометеорологических моделей.

Список литературы

1. Коровин В.П., Тимец В.М. Методы и средства гидрометеорологических измерений (Океанографические работы). 2000.
2. Белокопытов В.Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря // Севастополь: МГИ РАН. 2017.
3. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды. 2017.

АЭРОТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КОМБИНАТА «СЕВЕРНИКЕЛЬ»

*Александрова Е.А., Аристархова Е.А., Бондаренко И.С.,
Григорян А.Г., Жидовцева С.А., Житцова Е.Ю., Журавлев В.А.,
Кадыгроб К.А., Катаева В.Д., Липовецкая М.А., Лужков Р.С.,
Роскошный Д.Я., Сергеева Е.О., Суязова С.К., Воробьевская Е.Л.,
Седова Н.Б.*

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра рационального природопользования*

Введение. Кафедра рационального природопользования на протяжении многих лет проводит комплексные исследования, посвященные изучению особенностей природопользования и геоэкологической обстановки в Мурманской области.

Мурманская область – один из самых промышленно-развитых регионов России. Наличие промышленных комплексов на данной территории обусловило большую нагрузку на экосистемы. Природная среда в настоящее время подвергается воздействию, в первую очередь, металлургической и горнодобывающей промышленности, горно-обогачительного производства. В результате на территории исследования складывается неблагоприятная, местами, кризисная геоэкологическая обстановка.

Открытое акционерное общество “Кольская горно-металлургическая компания (АО «Кольская ГМК») – один из ведущих производственных комплексов Мурманской области, созданный на базе старейших предприятий – комбинатов «Североникель», «Печенганикель», представляет собой единое горно-металлургическое производство по добыче и переработке сульфидных медно-никелевых руд и производству цветных металлов. Горно-металлургическое предприятие полного цикла «Североникель» расположено в озерной котловине и с запада, востока и юга защищено невысокими хребтами – тунтури – Мончетундра, гора Нюд и др. Комбинат до начала 1960-х гг. работал на местных медно-никелевых рудах, с 1965 г. перешел на

руды Талнахского месторождения (г. Норильск), которые доставляются по Северному морскому пути через Мурманск и Кандалакшу. В процессе горно-металлургического производства в природную среду поступают окислы серы, тяжелые металлы (Cu, Ni, Co и др.), пылевые частицы, окислы азота, углерода и др. [1]. В 1980–1984 гг. выбросы пылевых частиц «Североникеля» составляли 6–7 тыс. т в год, из которых на никель приходилось до 3600 т [2]. После разработанной технологии обжига никелевого концентрата с использованием кислорода, выбросы пылевых частиц сократились до 30–35%, соответственно выбросы никеля в атмосферу на 1500 т [1]. Загрязняющие вещества горно-химических предприятий поступают в природную среду тремя основными путями: со сточными водами, не проходящими достаточной очистки, со шлаками и с выбросами аэрозольных частиц. Основными характерными загрязняющими веществами являются: оксид и диоксид серы, медь, никель, кобальт, окислы азота и углерода, формальдегид, оксиды углерода и азота и т. д. Деятельность предприятия «Североникель» привело к существенной трансформации природной среды [3]. Лесные массивы, прилегающие к производственным территориям, нарушены на 50%, из которых 20% – мертвый лес. В настоящее время утилизация сернистого газа по плану достигает 80%, за последние 5 лет наблюдается начало естественного восстановления экосистем.

Материалы и методы исследования. Нашей группой было проведено исследование влияния комбината «Североникель» на прилегающие и отдаленные территории. В задачи входило проведение геоэкологических исследований для выявления загрязнения окружающей среды аэротехногенными выбросами в результате деятельности медно-никелевого комбината «Североникель» с помощью природных индикаторов (снежного покрова и мха сфагнум (*Sphagnum fuscum*, *Sphagnum balticum*)).

Сначала были проведены общие рекогносцировочные исследования для выявления визуальных изменений экосистем в результате воздействия комбината. Маршрут пролегал вдоль автомагистрали Мурманск – Санкт – Петербург от промплощадки комбината в направлении на юг и на север. Более детально было проведено исследование в окрестностях города Мончегорск и промплощадки комбината. Во время полевых маршрутов проводились комплексные описания ключевых участков,

включающие характеристику природных особенностей и природопользования, характер и степень антропогенного воздействия.

По визуальным признакам было оценено состояние растительного покрова. Так, в радиусе более 40 км от горно-металлургического предприятия прослеживаются эллипсоидные зоны изменения природных ландшафтов. Субмеридиональная вытянутость профильной съемки обусловлена характером разноса антропогенных загрязнителей в соответствии с направлением преобладающих ветров.

В непосредственной близости от комбината расположена зона антропогенной пустоши, где полностью уничтожен естественный покров (ранее здесь произрастал еловый кустарничково-моховый лес), сильно деградированы почвы (снег в этой зоне сдувается ветром, его мощность не превышает 15 см, местами на поверхность выходит почвенный покров, лишенный растительности). Видно, что он сильно деградирован (горизонт «В» выходит на поверхность), стерты различия высотных зон на близлежащих хребтах – тунтури. По мере удаления от комбината появляются древесные породы – ивы, березы, наземный растительный покров, однако в нем отсутствуют чувствительные к загрязнению виды растений (черника, лишайники, сфагновые мхи). Лишь на расстоянии 10–15 км от комбината в древостоях появляются хвойные, а в наземном покрове обычные для северной тайги виды. Однако по геохимическим данным зона влияния горно-металлургического комбината прослеживается на 40 км и более [4]. Визуально можно было примерно выделить следующие зоны изменений природной среды:

Первая зона находится в радиусе 0–3(5) км от комбината и характеризуется как техногенная пустошь, на которой полностью отсутствует растительность.

Вторая зона – в радиусе 5–15(20) км, это зона прогрессирующих изменений природной среды: появление сосен, подроста из сосны и березы. Наблюдается поражение хвои некрозом и хлорозом.

Третья зона – 20–27(30) км от комбината, наблюдается умеренное изменение природной среды, проективное покрытие восстанавливается, древесный ярус представлен типичными породами деревьев (ель сибирская, березы), изредка наблюдается некроз хвои, сухoverшинность отдельных деревьев.

Четвертая зона – около 40 км. Здесь можно наблюдать лишь начальную стадию изменения экосистем. Незначительное количество суховершинных елей, но в целом можно увидеть, что состояние растительности ближе к удовлетворительному.

Кроме регистрации визуальных изменений, в ходе маршрутов снимались сеточки со мхом – накопителем аэротехногенных поллютантов, которые были развешаны на разном удалении от комбината в направлении север-юг на 80 и более км и в радиусе 5–10 км от комбината с учетом местных особенностей (климатических, орографических, характера и распределения растительного покрова, размещения населенных пунктов, зон отдыха) летом 2021 года. Бриоиндикация – это метод комплексной диагностики состояния окружающей среды с помощью мхов. Бриоиндикационные методы способны выявить наличие в природной среде комплекса загрязнителей и отражают ее состояние в целом. В условиях хронической антропогенной нагрузки бриофлора может реагировать на очень слабые воздействия в силу аккумуляции дозы. Бриофиты фиксируют скорость происходящих в окружающей среде изменений, указывают пути и места скоплений различного рода загрязнений в экологических системах и возможные пути попадания этих веществ в организм человека. Бриофлора является значимым компонентом антропогенных растительных сообществ. Мхи широко применяются как индикаторы атмосферного загрязнения. Для исследования выбран мох сфагнум (*Sphagnum fuscum*, *S. dalticum*), так как он чутко реагирует на присутствие в атмосферном воздухе вредных веществ и имеет высокую способность накопления тяжелых металлов. Мош отбирался в условно фоновых незагрязнённых территориях, рядом с посёлком Октябрьский Кировского района. Этот участок был условно принят за «фоновый» – потому что здесь на много километров вокруг отсутствует хозяйственная деятельность, а ландшафтно-геохимические исследования, проведенные на этой территории ранее, позволили установить, что влияние Мончегорска здесь сглаживается.

В тех же точках, где были сняты сетки со мхом, проводился отбор проб снега (согласно рекомендациям, изложенным в действующим РД 52.44.2-94) в точках, которые были привязаны к выделенным зонам. [5]. Как депонирующая среда, снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждает из атмосферы на земную поверхность

значительную часть загрязнителей [6]. Изучение химического состава снежного покрова позволяет выявить пространственные ареалы загрязнения и количественно рассчитать реальную поставку загрязняющих веществ в ландшафты в течение периода с устойчивым снежным покровом [7].

После отбора пробы подвергались первичной обработке (фильтрация, измерение pH и минерализации) на Хибинской учебно-научной базе МГУ. Последующий анализ содержания тяжелых металлов в пробах (Cu, Ni, Zn, Pb, Sr, Co, Cr, Cd), а также сульфатов, нитратов, хлора проводился в эколого-аналитической лаборатории кафедры рационального природопользования и в лаборатории атомной абсорбции кафедры геохимии и географии почв. Результаты анализов проб снега сравнивались с усредненным значением данных по трем фоновым точкам, отобранным в условно чистых местах в Ловозерье (о. Волшебный на юге о. Ловозеро, устье р. Цага и юго-восточные предгорья Ловозерского горного массива).

Результаты и обсуждение. Проведены работы по выявлению распределения атмосферных поллютантов с помощью анализа снежного покрова и метода бриоиндикации. Были собраны и проанализированы пробы со сфагновым мхом (всего 24), размещенные во время учебной практики летом 2021 года по намеченным заранее точкам на разном удалении от комбината и с учетом природных особенностей территории. В тех же точках отобраны пробы снега (всего 24). По результатам анализов составлены диаграммы и схемы.

Ниже представлены результаты анализа снеговой воды по некоторым показателям (рис. 1).

По содержанию сульфатов значительные превышения (в 8 раз) наблюдаются рядом с озером Сопчъявр (т. 9) и около проходной комбината (т. 9). Также превышения в 4 раза отмечаются в точках, расположенных в 2 и 5 км от комбината на юг (т. 19, 20) и в 35 км на юг (т. 21).

По меди превышения фонового значения отмечены практически во всех точках. Максимальные значения загрязнения медью превышают фоновые значения в 25 раз рядом с озером Сопчъявр (т. 9). По содержанию никеля и цинка отмечается несколько точек превышения фона. Наибольшее превышение фонового значения отмечено в той же точке, расположенной рядом с озером Сопчъявр – в 375 раз по нике-

лю, в 53 раза по цинку. Также загрязненные точки по меди и никелю расположены около проходной комбината (т. 10) и в 2 и 5 км от комбината на юг (т. 19, 20). Значительные превышения фона также отмечены по меди в районе съезда с трассы Кола к Апатитам (т. 4), по цинку в 5 км от комбината на юг (т. 20), на спуске от метеоплощадки в Мончегорске (т. 13) и на трассе Кола в 35 км от Мончегорска на юг (т. 21).

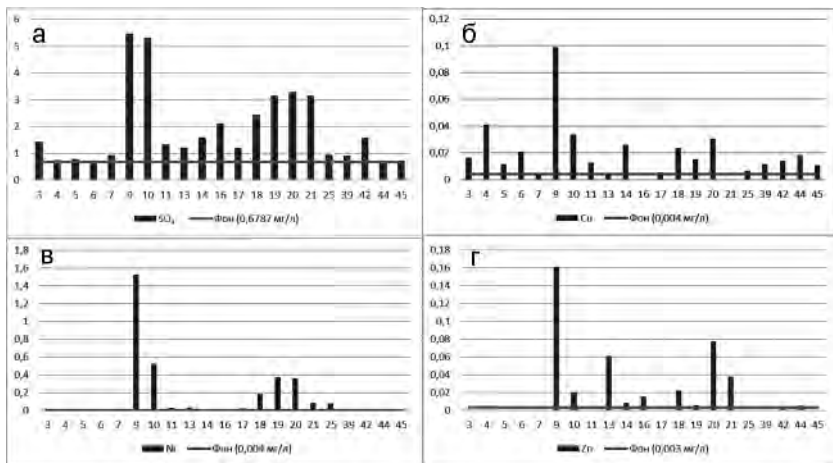


Рисунок 1 – Содержание загрязняющих веществ в снеговой воде:
 а – сульфатов, б – меди, в – никеля, г – цинка

Комплексная оценка проводилась на основе коэффициента суммарного загрязнения Z_c , который был рассчитан для трех наиболее характерных для подобного производства химических элементов – меди, никеля и цинка. По результатам анализа составлены карты-схемы, на которых отражено распределение точек с различным содержанием элементов-загрязнителей в снежном покрове и суммарное загрязнение тяжелыми металлами снежного покрова в зоне влияния комбината «Североникель» (рис. 2).

Таким образом, наибольшие значения суммарного показателя загрязнения тяжелыми металлами были зафиксированы на территории, расположенной в непосредственной близости от промышленной площадки Мончегорского металлургического комбината – в пределах

этой зоны значения Z_c более 128. Следует отметить, что это превышение имеет достаточно локальное распространение, только в непосредственной близости к комбинату, по мере удаления от него, значения этого показателя быстро снижаются. Основным загрязняющим элементом является медь: она преобладает над никелем и цинком почти во всех точках отбора с наибольшим показателем коэффициента суммарного загрязнения.

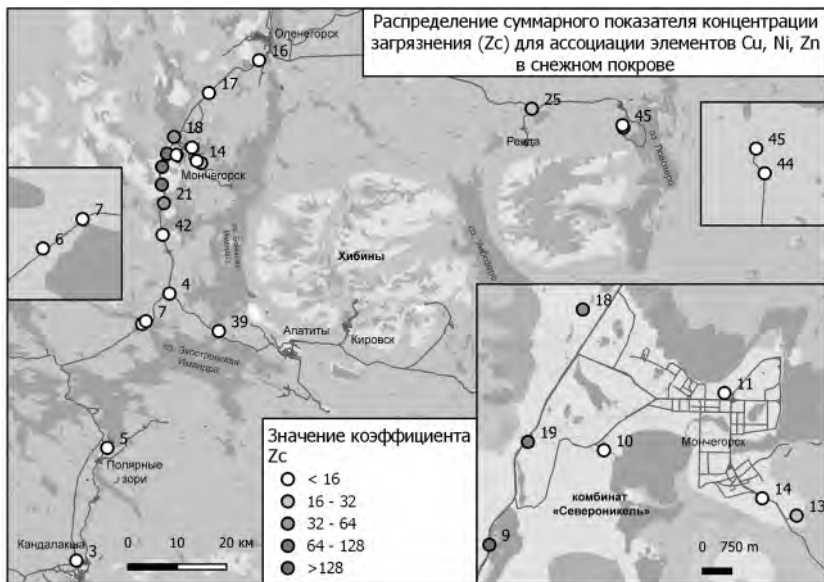


Рисунок 2 – Суммарное загрязнение тяжелыми металлами снежного покрова в зоне влияния комбината «Североникель»

Полученные данные сравнивались с данными прошлых годов исследований, прослежена динамика загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами.

По результатам анализа проб сфагнума были составлены диаграммы содержания элементов-загрязнителей (Cu, Zn, Ni, Pb, Sr) в пробах мхов. Полученные данные были сопоставлены с фоновыми значениями накопления тяжелых металлов по каждому из элементов. В ка-

честве примера представлена диаграмма распределения поэлементного показателя концентрации загрязнения (K_c) по меди в сфагнуме (рис. 3).

Результаты брйоиндикационных исследований показали сильное превышение фоновых концентраций в 5 км зоне от промплощадки на юг и на север по меди и никелю. Есть точки с превышением фоновых более, чем в 350 раз по никелю и в 50 раз по меди. Аэротехногенное загрязнение прослеживается на удалении от предприятия даже в 35 км от комбината (т. 21) с превышением фоновых концентраций меди и никеля в 46 и 222 раза соответственно.

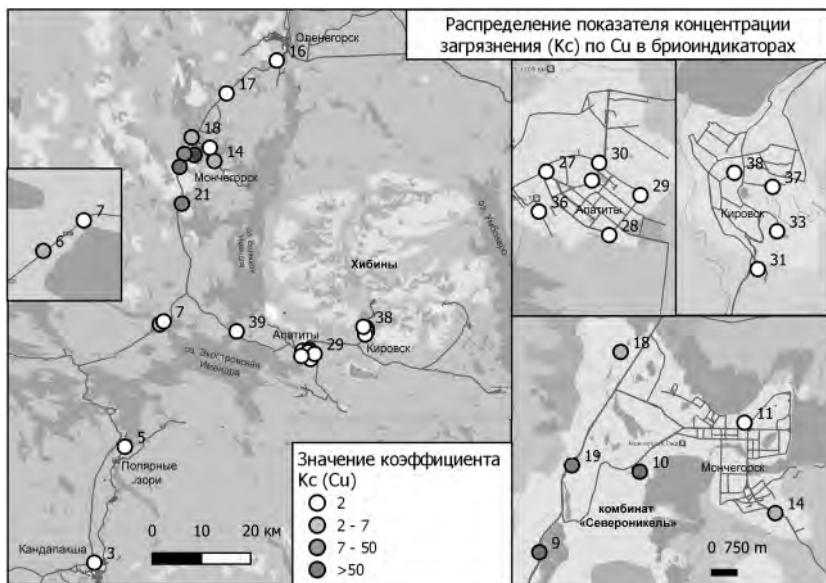


Рисунок 3 – Распределение поэлементного показателя концентрации загрязнения (K_c) по меди в сфагнуме

Заключение. В настоящее время в районе исследования наблюдается значительное загрязнение природной среды в окрестностях Мончегорского комбината; максимальное загрязнение в радиусе 5 км от промплощадки. Природные особенности данного участка исследований способствуют распространению загрязняющих веществ дале-

ко на юг, через естественный природный барьер – гору Нюд, и почти беспрепятственно – на север (по результатам нашего опробования – примерно на 35 км, но по имеющимся опубликованным данным – на 40 и более км). Загрязнение снежного покрова характерными загрязнителями комбината, хотя и в гораздо меньшем объеме, было выявлено и в снежном покрове города Мончегорск, чему способствует близость комбината к городу, и особенности микроциркуляции атмосферы. В полиметаллической пыли, поступающей в окружающую среду с комбината «Североникель», преобладает медь. По никелю и цинку также есть превышения в отдельных точках. В подавляющем большинстве точек опробования содержание других тяжелых металлов в снеге (хрома, кадмия, кобальта, свинца и стронция) не превышало фоновых. Данные бриоиндикационных исследований подтверждают высокий уровень загрязнения природной среды в окрестностях медно-никелевого комбината и на значительном удалении от него, наблюдается корреляция с данными анализа снеговой воды.

Список литературы

1. Евсеев А.В., Красовская Т.М. Рациональное природопользование на Кольском полуострове. М.: изд-во Моск. ун-та, 1990. 89 с.
2. Экологические проблемы северных регионов и пути их решения // М-лы Всероссийской научной конференции. Часть 2. Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2008. 192 с.
3. Экологический атлас Мурманской области. Москва-Апатиты, 1999. 48 с.
4. Сайт Кольской ГМК. URL: <http://www.kolagmk.ru> (дата обращения 15.02.2022).
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха металлами по их содержанию в снежном покрове и почве № 5174-90 от 15 мая 1990 г.
6. Соловьева Н.Е., Олькова Е.А., Алябьева А.А., Краева О.В. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды // Молодой ученый. 2015. №14. С. 668–672.
7. Сорокина О.И., Кошелева Н.Е., Касимов Н.С. и др. Тяжелые металлы в воздухе и снежном покрове Улан-Батора // География и природные ресурсы. 2013. №3. С. 159–170.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ФУНКЦИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ТАШКЕНТА

Харитоновна Т.И., Мерекалова К.А., Тихонов А.С., Анзорова М.А.,
Андреев Р.А., Новиков А.Д., Шилков К., Кондратин Г.Д.,
Петричко Б.Е., Сафаров Э.Д.**, Хайитмуродов А.О.**,
Мингалиев Р.О.***

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра физической географии и ландшафтоведения,
* кафедра социально-экономической географии России,
** Факультет географии и природных ресурсов,
Национальный университет Узбекистана*

Ташкент – столица Узбекистана, город-миллионник и активно развивающийся промышленный, научный и культурный центр Среднеазиатского региона. Увеличение численности населения, которая в 2021 г. составило 2 694,4 тыс. человек, рост инвестиций, особенно в строительный сектор, развитие международного туризма определяют расширение, модернизацию и перестройку города. Несмотря на свою более чем двухтысячелетнюю историю, в Ташкенте мало исторических памятников, так как город неоднократно разрушался землетрясениями, последнее из которых было в 1966 г. Тем не менее исторический облик города сохраняется в характере его застройки – путаной системе улиц узбекских кварталов-махаллей, занимающих центральную и северо-западную часть города, и регулярном, лучевом плане юго-восточной, русской части города. После разрушений 1966 г. в городе появилось много «советских» кварталов с 3–4-этажными сейсмоустойчивыми типовыми домами. Современное строительство идет в двух направлениях – с одной стороны, возводятся новые многоэтажные жилые массивы и бизнес-центры, с другой – происходит возобновление малоэтажной застройки по типу махаллей, но уже с регулярной сетью улиц. При дефиците территориальных ресурсов и активном росте численности населения традиционные махалля по-

степенно уступают место новым кварталам. Можно предполагать, что традиционная застройка была максимально адаптирована к сложным природным условиям Ташкента – жаркому климату, сейсмической опасности, структурной неустойчивости лессовых отложений, – и ее смена приведет к ухудшению экологической обстановки в городе. Кроме этого, махалля формируют специфическую социальную среду, а также являются важным аттрактором для туристов, и их утрата может стать невосполнимой для общества. Для проверки данной гипотезы зимняя научно-исследовательская экспедиция кафедры физической географии и ландшафтоведения поставила своей целью оценить и сравнить ландшафтно-экологические и культурные функции исторической малоэтажной застройки (махалля) и многоэтажных микрорайонов конца XX – начала XXI в. На основании анализа природных условий в городе в качестве наиболее важных определены функции регулирования климата и поверхностного стока.

Характеристика территории исследования. В пределах города четко выражены два генетических и гипсометрических уровня рельефа: нижний, представляющий собой часть обширной долины реки Чирчик, и верхний, являющийся частью лессовой подгорной равнины. Нахождение Ташкента на стыке тектонических структур определяет высокую сейсмичность территории, большую амплитуду неотектонических движений и, таким образом, активную глубинную эрозию водотоков с большой живой силой – реки накапливают инстративный аллювий. Значительную роль в преобразовании геолого-геоморфологического строения Ташкента сыграла постройка множества оросительных каналов (Салар, Бурджар, Бозсу, Карасу и др.), успевших на протяжении сотен лет выработать свои долины и накопить толщу аллювия.

В Узбекистане за период наблюдений с 1901 года было зарегистрировано свыше 500 землетрясений с магнитудой выше 5. Ташкент можно поделить на две зоны с сейсмичностью 8 и 9 баллов, которые распределены по городу неравномерно, соответственно все сооружения должны удовлетворять критериям устойчивости для землетрясений магнитудой до 9 баллов.

Прочие опасные процессы практически полностью связаны с воздействием хозяйственной деятельности на лессовые грунты Ташкента. В городе выражены оползневые процессы, эрозия, сели, просадки

и потеря прочности грунтов, подтопление грунтовыми водами и локальное заболачивание [1]. Эти процессы усиливаются повышением уровня грунтовых вод на высоту до 2–7 м, связанным с нарушением естественного дренажа на застроенных территориях.

Климат Ташкента – резко континентальный. Среднегодовая температура составляет 14,8°C. По данным Worldclim.org [2] в январе температура варьирует от –0,1°C на северо-западной окраине города до 1,3°C в центре города, что свидетельствует о наличии городского острова тепла, мощность которого зимой составляет 0,9–1,4°C. Средняя температура в июле меняется от 26,6°C на окраине до 28,2°C в центре города. Мощность городского острова тепла летом возрастает до 1,5–1,7°C, но при этом сам остров уменьшается в размерах и смещается к югу в сторону аэропорта им. Ислама Каримова. Среднегодовое количество осадков возрастает по мере движения с юго-запада на северо-восток в сторону гор от 393 мм до 520 мм (в среднем 440 мм). Больше всего осадков выпадает в марте-апреле (58–75 мм), период с июня по сентябрь засушливый, осадки августа составляют 2–4 мм. Дефицит увлажнения усугубляется высокими значениями испаряемости – 1690–1760 мм в год.

Зональные почвы территории Ташкента – сероземы, зональная растительность – полынно-солянковые и эфемеровые пустыни. За счет сложной системы арыков и капельного орошения в городе развита древесная растительность. В ходе полевых исследований были описаны туя, дуб, сосна крымская, каштан, вяз, платан восточный, бересклет, клен широколистный, альбиция, а также встречены, но не определены многие другие виды деревьев и кустарников. Размещение зеленых массивов в городе неравномерно. Больше всего парковых зон с густым древесным покровом в центральных частях города – вдоль крупных каналов и в парадных районах – сквере Амира Темура, Ташкент-сити и других. В районах махаллей крупные массивы зеленых насаждений встречаются редко – в основном это сады на придомовых участках, либо насаждения вдоль дорог. Лучше озеленены «советские» жилые кварталы, где доля только древесных насаждений составляет в среднем 6%. Новые районы с многоэтажной застройкой также озеленены в среднем лучше, чем новые малоэтажные.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на 27 участках площадью 1 км², относительно равномерно распреде-

ленных по городу и отражающих разнообразие ландшафтных условий и застройки. Из 27 участков 10 расположены на низменной аллювиальной равнине, 17 на возвышенной лессовой; в пределах малоэтажной традиционной застройки находятся 13 участков, в многоэтажной жилой и деловой – 14 участков (рис. 1).

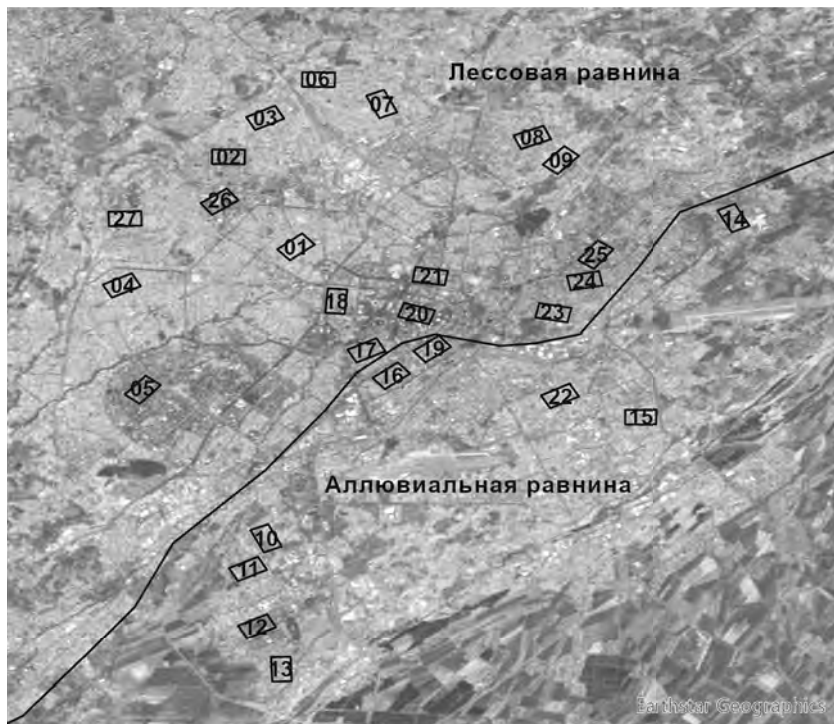


Рисунок 1 – г. Ташкент. Расположение ключевых участков

В ходе *полевых исследований* выполнялась фотофиксация участка и его ландшафтное описание, которое включало характеристику рельефа, отложений, экзогенных процессов, растительности, плотности и характера застройки, оценивалась эстетическая привлекательность квартала. Одновременно проводился социологический опрос местных жителей, который служил дополнительным источником информации об опасных природных процессах, экологической обстановке, источниках загряз-

нения, а также о культурной и социальной ценности кварталов. В ходе исследования каждого участка было опрошено 10–20 респондентов. По итогам экспедиции была составлена база данных.

Важную часть в проведении исследования городских ландшафтов Ташкента играли *дистанционные методы*. Карта ландшафтного покрова с пространственным разрешением 10 м была создана на основании анализа и классификации с обучением 6 отобранных снимков Sentinel-2 на период с апреля по декабрь 2021 г [3]. На карте выделены следующие классы покрова: водные объекты, древесная растительность, травяная растительность, сельскохозяйственные земли, запечатанные (застроенные) поверхности и открытый грунт.

Для оценки ландшафтно-экологических функций регулирования климата и стока использованы модели, представленные в ПО «InVEST» Стэнфордского университета [4]. Для расчета поверхностного стока и удержания влаги в ландшафтах в качестве входных данных используются карта классов ландшафтного покрова, растровые данные количества осадков за год, гидрологических типов почв (по американской классификации), табличные данные, приводящие в соответствие значения коэффициента стока для каждого типа почв классам ландшафтного покрова. Для уточнения коэффициентов стока используются векторные линейные данные о дорожной сети. Результат работы алгоритма – привязанные в системе координат растровые изображения, сохраняющие пространственное разрешение классифицированного изображения, каждой ячейке которых присвоены значения поверхностного стока (VRU) и удержания воды (VRE).

Расчет охлаждающей способности территории проводится также на основе карты классов ландшафтного покрова, а также растровых данных по фоновой испаряемости, табличных данных значений альбедо, затеняющей способности, коэффициента испаряемости растительности (коэффициент культуры) для каждого класса ландшафтного покрова. Результатом моделирования являются растровые изображения средней температуры и индекса компенсации городского тепла (НМi) в каждом пикселе. При моделировании рассмотрены два сценария: в первом сценарии ландшафтный покров города Ташкента рассматривается в его текущем состоянии, во втором варианте моделируется ситуация, при которой районы махаллей застраиваются мно-

гоэтажными домами. Технически была создана измененная классификация ландшафтного покрова этих районов. Процесс моделирования был проведен еще раз и получены растры, демонстрирующие разницу между двумя сценариями.

Для территории исследуемых участков в программе Fragstats [5] проведены расчеты ландшафтных метрик – доли площади, занимаемой пикселями каждого класса, степени агрегации пикселей каждого класса в группы, площади самой крупной группы, индекса ландшафтного разнообразия Шеннона внутри участка. Ландшафтные метрики сопоставлены с регулируемыми экологическими функциями в целом для города и отдельно для лессовых и аллювиальных равнин, отдельно для махаллей и многоэтажных кварталов.

Оценка культурных функций проведена на основании социологического опроса местных жителей. Так как на некоторые вопросы были получены равнозначные ответы в большинстве районов (например, более 80% респондентов высоко оценивают свой район и ассоциируют себя с ним), то для оценки выбраны только те критерии, которые показали максимальное разнообразие между районами: 1) Уровень развития социальных коммуникаций; 2) Насыщенность общественными местами; 3) Эстетическая оценка района; 4) Степень престижности района.

Всего в опросе участвовало 135 респондентов, что несколько ниже статически значимой выборки, но дает представление об общих тенденциях в восприятии жителями своих районов.

Результаты. Регулирование климата. Средние температуры в кварталах махаллей в целом выше, чем в кварталах с многоэтажной застройкой, что связано с различиями в доле зеленых насаждений и плотности застройки (табл. 1, рис. 2). Кварталы современной застройки заметно более озеленены и, что самое важное для регулирования климата, в них возрастает доля именно древесных насаждений: в кварталах махаллей доля деревьев составляет в среднем 1,2%, в многоэтажных кварталах – 8,8%. Также нагрев поверхности зависит от соотношения площадей застроенных и зеленых территорий. В махаллях индекс агрегированности застроенных участков составляет 87 против 78 в многоэтажных кварталах, а индекс агрегированности зеленых насаждений, наоборот, ниже – 48 и 62 соответственно. То есть техногенное вещество создает большее поле тепла, а древесные насаждения, способные фор-

мировать более прохладный микроклимат, наоборот, в махаллях сильно фрагментированы. Ландшафтное положение сказывается в снижении температуры во всех кварталах, расположенных на низменной аллювиальной равнине, по сравнению с возвышенной лессовой (табл. 1).

При рассмотрении сценария, при котором районы махаллей будут трансформированы в многоэтажные кварталы, выяснено, что уровень компенсации городского острова тепла в целом вырастает и температура снижается, особенно в северо-западной (возвышенной) части города. Исходя из результатов моделирования, уровень снижения температуры на данной территории доходит до 1,4°C.

Регулирование стока. Проведенное моделирование стокорегулирующей функции городских ландшафтов показало неравномерное распределение показателей поверхностного стока и удержания влаги за счет инфильтрации. Так как модель основана на учете свойств различных классов ландшафтного покрова, гидрологических свойств почв по классификации американского Минсельхоза, а также годового слоя осадков, можно заключить, что наибольшее влияние оказывает дифференциация классов ландшафтного покрова, характеризующихся различными коэффициентами стока.

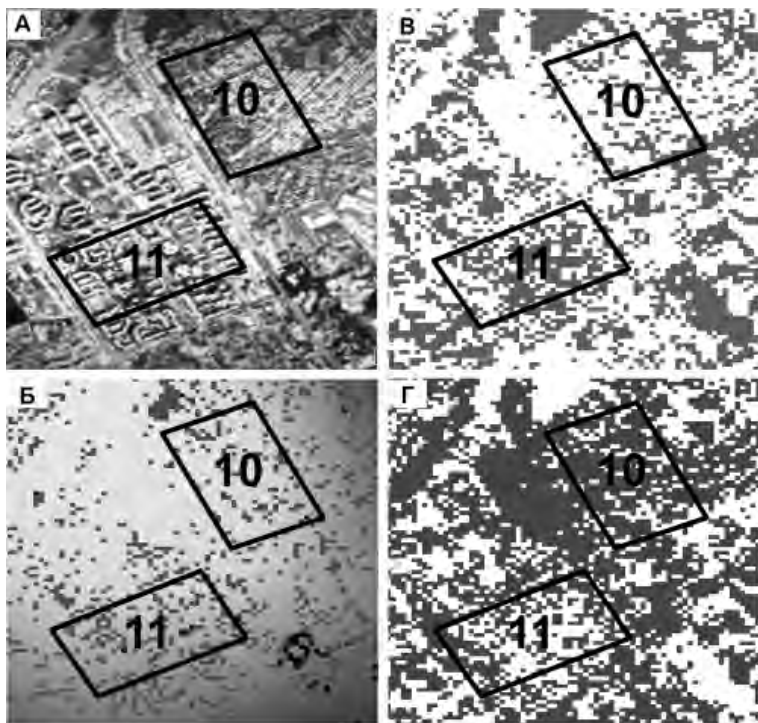
В целом прослеживается ряд закономерностей: высокие значения удержания стока приурочены к жилым многоэтажным массивам (например, Юнусабад, Чиланзар, низменные массивы Сергели), а также к более открытым местностям, в частности, на юге и юго-востоке города, где в административных границах города расположены пахотные угодья, а также к зеленым и незастроенным территориям, например, к городским паркам, кладбищам. Высокими значениями отличаются также пойма Чирчика и территория аэропорта, что связано со свойствами ландшафтного покрова – пойма реки характеризуется более проницаемыми грубодисперсными отложениями. Повышенные значения удержания стока приурочены и к дорожным магистралям. В свою очередь, показатели поверхностного стока выше на западе и северо-западе города – относительно высокими его значениями характеризуются практически все массивы частной застройки типа махалля, что на западе города при господстве данного типа застройки усиливается свойствами пород – к западу приурочены эрозионные формы, выполненные наименее проницаемыми породами.

Таблица 1 – Усредненные значения результатов моделирования и анализа функций и структуры ландшафта на исследуемых участках

Средние значения по участкам	Результаты моделирования			Ландшафтные метрики для классов ландшафтного покрова								
	Сток, м ³ /год	Инфильтрация, м ³ /год	Средняя температура июля, °С	Древесные насаждения		Травяная растительность		Запечатанные почвы				
				Agea	LP	Agea	LP	Agea	LP	Agea	LP	
Махалля	287	139	30,5	1,2	0,5	48	4,5	0,9	50	72,8	70	87
Махалля на лессовой равнине	309	119	30,6	0,3	0,1	62	2,7	0,5	47	76,5	75	88
Махалля на аллювиальной равнине	265	158	30,3	2,1	0,8	35	6,2	1,2	53	69,2	65	86
Многоэтажные кварталы	195	229	30,1	8,8	3,1	62	13,6	2,9	51	44,5	31	78
Многоэтажные на лессовой равнине	214	215	30,2	9,5	3,7	63	11,6	2,4	47	47,6	34	79
Многоэтажные на аллювиальной равнине	138	269	29,9	6,7	1,5	59	19,6	4,4	63	35,1	22	75

Примечание. Ландшафтные метрики: Agea – доля площади класса, %; LP – доля площади самого крупного в своем классе массива, %; A – индекс агрегированности класса, %)

Таким образом, на территории города Ташкента четко наблюдается дифференциация стокорегулирующей функции городских ландшафтов с разными типами застройки: сток больше в традиционной застройке, а удержание поверхностных вод больше на территориях под многоэтажной застройкой и на незастроенных участках.



□ Участки обследования, 10 – махалля, 11 – многоэтажный квартал

А – космический снимок, Б – температура июля,
 В – инфильтрация осадков, м³/год, Г – сток, м³/год

Б: температура, град.С

В: инфильтрация, м³/год

Г: сток, м³/год

■ 31,1
 ■ 27,8

■ 19 – 80	■ 0 – 80
■ 80 – 160	■ 80 – 160
■ 160 – 240	■ 160 – 240
■ 240 – 300	■ 240 – 300
■ 300 – 400	■ 300 – 390

Рисунок 2 – Результаты моделирования

Культурные функции. По уровню развития социальных коммуникаций наиболее высокие оценки получили:

– районы советского типа, такие как Юнусабадский, Чиланзарский и др.;

– современные районы с индивидуальными домами с приусадебным участком (например, северная часть Алмазарского района, северо-запад Сергелийского района);

– исторические районы с индивидуальными домами с приусадебным участком (например, Яккасарайский и Яшнабадский районы).

По уровню развития социальных коммуникаций наиболее низкие оценки получили районы нового типа с многоэтажным жильем.

Высокие оценки по насыщенности общественными местами получили также районы советского типа – Юнусабадский, Чиланзарский, и районы с современными индивидуальными домами – северная часть Алмазарского и Юнусабадского районов. Низкие оценки в большей степени получили районы с современными многоэтажными домами 1990-х годов (например, Сергелийский район).

По оценкам местных жителей наиболее красивые районы города – центральный и Юнусабадский, наиболее некрасивые – Сергелийский и Чиланзарский районы. Престижными местные жители считают центральный, Юнусабадский, Мирабадский, и Мирзо-Улугбекский районы, непрестижными – Сергелийский, Бектемирский и Чиланзарский районы.

Критерии развитости социальных коммуникаций и насыщенности общественными местами дополняют друг друга. Наиболее развиты социальные сети в обжитых старых и советских районах с индивидуальным и многоэтажным жильем. Это естественно, учитывая тесноту соседства людей и возраст районов, в которых они родились и прожили большую часть своей жизни.

Меньший вклад играет фактор наличия общественных мест. В качестве общественных мест во дворах советских районов часто встречались беседки, где взрослое население играло в настольные игры. Многие малоэтажные районы не были лишены детских площадок и скамеек, что тоже способствует совместному отдыху и соседству проживающих.

Критерии эстетичности и престижности районов также очень схожи по оценкам. Респонденты часто называют одни и те же районы

красивыми и престижными, что скорее связано с новизной застройки и наличием общественных мест, а ветхие и разрушенные районы для жителей являются некрасивыми и непрестижными, соответственно.

В основном местные жители не придерживаются однозначной точки зрения на будущее развитие традиционной застройки типа махалля. Кто-то считает, что стоит сносить махалля и застраивать город комфортным жильем, но с элементами национального декора. Другие считают, что махалля – безусловно являются ценной исторической застройкой, требующей сохранения.

Заключение. В период экспедиционных исследований были оценены три ландшафтные функции, которые после анализа природных и социально-экономических условий города были приняты как наиболее важные. Полученные результаты моделирования климаторегулирующей и стокорегулирующей функций показали, что традиционная малоэтажная застройка сильно проигрывает более современным районам с внутриквартальным озеленением. Оценка культурной функции не так однозначна и отделяет только совсем молодые районы, в которых еще не установлены социальные связи и коммуникации. Во многом к похожим выводам пришли исследования городской застройки г. Тюмени, где наиболее низкие оценки получили старые кварталы с деревянными малоэтажными домами [6].

Но при этом рано подводить окончательные итоги и исключать традиционную малоэтажную застройку из генеральных планов городов. Концепция ландшафтных функций и экосистемных услуг, на которую опиралось данное исследование, подразумевает всестороннюю оценку всех возможных природных благ и механизмов их формирования. Так, например, весомым классом ландшафтных функций является воспроизводство ценных биологических ресурсов. Приусадебное хозяйство махаллей включает как садовые деревья, так и домашнюю птицу, а часто и мелкий рогатый скот, чего невозможно ожидать от многоквартирных домов. А также экзотические для европейцев кварталы махаллей обладают высоким туристическим потенциалом. Очень вероятно, что дальнейшие исследования городской застройки и ландшафтных особенностей Ташкента изменят итоговую оценку экологических и культурных функций его кварталов.

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека и лично декана факультета географии и природных ресурсов Ш.М. Шарипова за всестороннюю поддержку и помощь в проведении полевых исследований в Ташкенте.

Список литературы

1. Мавлянова Н.Г. Типизация городов Узбекистана для оценки сейсмической активности // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2014. № 1. С. 56–65.

2. База данных WorldClim. [Электронный ресурс]. URL: <https://worldclim.org/data/monthlywth.html> (дата обращения 15.02.2022).

3. Copernicus Open Access Hub. [Электронный ресурс]. URL: <https://scihub.copernicus.eu> (дата обращения 15.02.2022).

4. Sharp R. et al. InVEST 3.10.2. User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://invest-userguide.readthedocs.io> (дата обращения 15.02.2022).

5. McGarigal K. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station; 1995.

6. Харитоновна Т.И., Мерекалова К.А., Моисеев А.И., Баталова В.А., Воловинский И.В., Ильинова Н.В., Подгорный О.М., Слатецкий К.Е., Соколов А.И., Черкасова В.А. Оценка ландшафтных функций урбогеосистем г. Тюмени // Материалы XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова. В 2-х томах / под ред. В.Б. Михно. М.: Изд-во Истоки, 2018. С. 275–277.

ЗИМНЕЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПОЛИГОНА «WAY CARBON» ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Петрушина М.Н., Мироненко И.В., Филь П.П., Авдеева Д.А.,
Байда А.В., Бондаренко М.В., Вульвач В.Н., Гаврик Ю.А.,
Коняева О.М., Макарова Е.А., Македонский Д.Д., Моисеев А.И.,
Мухаметзянов А.А.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра физической географии и ландшафтоведения*

Введение. В настоящее время большое внимание уделяется глобальному изменению климата, основной причиной которого считают увеличение концентраций парниковых газов в атмосфере в результате антропогенной деятельности [1]. Для мониторинга парниковых газов и создания методики расчета их баланса, в первую очередь углерода в 2021 г. в России запущен пилотный проект по организации карбоновых полигонов, один из которых находится в Чеченской Республике [2]. Отличительная особенность полигона – разнообразие ландшафтов – равнинных и горных разных типов и подтипов. Одной из основных задач создания полигона является оценка изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа в связи с глобальными изменениями климата, в том числе изучение секвестрационного потенциала пастбищных и луговых фитоценозов, занимающих в республике большие площади. Необходимым требованием, предъявляемым к организации полигонов, является репрезентативность ландшафтов и их компонентов – рельефа, растительного и почвенного покрова. Поэтому, актуальным является комплексное изучение участков полигона и выбор наиболее типичных точек, на которых в дальнейшем будет вестись мониторинг составляющих не только углеродного, но и радиационного, теплового и водного балансов.

Основной целью исследований, проведенных кафедрой физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с участием студентов и аспирантов

26.01–04.02.2022 г., было выявление зимних состояний природных территориальных комплексов (ПТК) участков полигона «WAY CARBON» Чеченской Республики для обоснования организации их мониторинга. Для этого решались следующие основные задачи: 1) определить факторы и закономерности пространственной неоднородности ландшафтов полигона; 2) изучить особенности зимнего состояния ПТК на участках «Карбоновая ферма Грозный» и «Научно-исследовательская площадка в Макажойской котловине»; 3) выбрать точки для мониторинга на этих участках. Данные участки полигона как основные объекты исследования выбраны с учетом их положения в разных высотных поясах с неодинаковым типом использования, что необходимо для оценки баланса углерода в сложных горных условиях.

Под состоянием ПТК понимается его вертикальная структура, т. е. появление и исчезновение временных геогоризонтов, временная трансформация свойств постоянных геогоризонтов. В зависимости от продолжительности выделяют разные состояния – суточные, сезонные, годовичные, многолетние [3, 4]. В данном исследовании основное внимание уделялось выявлению особенностей зимних сезонных состояний.

Материалы и методы исследования. Для ландшафтной структуры Чеченской Республики характерна смена на предгорных равнинах полупустынных, степных и лесостепных ландшафтов. Горы занимают большую часть республики и характеризуются сложным сочетанием ландшафтов, основной закономерностью дифференциации которых является высотная поясность. Здесь развиты горно-степные, горно-лесные, горно-луговые и нивально-гляциальные ландшафты, а также переходные горно-лесолуговостепные и горно-лесолуговые, в формировании которых значительную роль сыграли антропогенная деятельность и сложность рельефа [5, 6].

Участок полигона «Карбоновая ферма Грозный» находится в степной зоне на предгорной равнине, сложенной аллювиально-пролювиальными отложениями, вблизи корпусов Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова, который является одним из операторов полигона (рис. 1а). Участок расположен на месте бывшего поля, большая часть которого в настоящее время представляет залежь с преобладанием гумая (*Sorghum halepense*) и сорных видов. Поле осложнено дренажными канавами, искусственными грядами, неболь-

шими западинами, мелкими бороздами от пахоты. Часть участка занята саженцами павловнии (*Paulownia tomentosa*), часть подготовлена под посадки грецкого ореха (*Juglans regia* L.), культур, которые выращиваются для мониторинга баланса углерода.

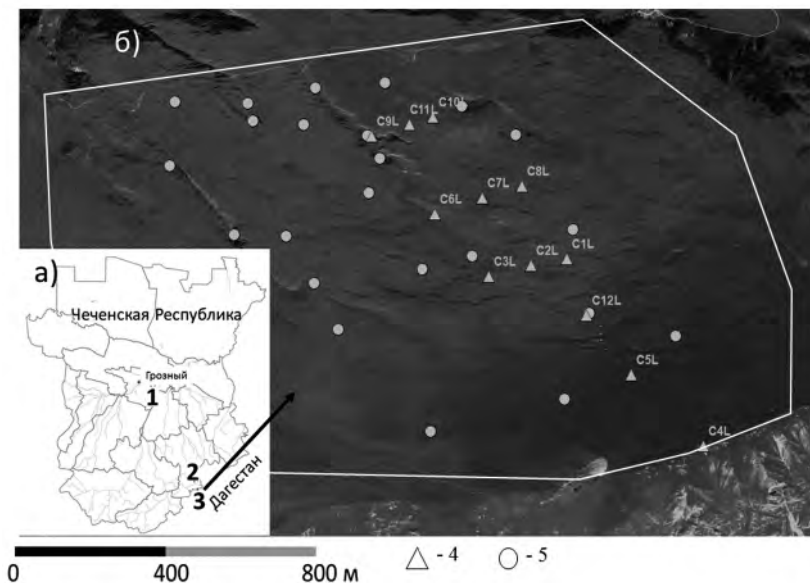


Рисунок 1 – Положение исследованных участков полигона “WAY CARBON” (а), точек комплексного описания зимой 2022 г. и результат моделирования сети точек мониторинга на участке 3 (б)

Условные обозначения: 1 – «Карбоновая ферма» г. Грозный; «Научно-исследовательские площадки в Макажойской котловине»: 2 – «южный склон», 3 – «северный склон», 4 – точки зимних исследований 2022 г., 5 – точки сети мониторинга, рассчитанные по модели OLHS

Участок «Макажой» расположен в восточной части республики вблизи границы с Дагестаном к западу от озера Кезеной-ам. Он занимает два противоположных склона среднегорной котловины, разделенных глубоковрезанной долиной р. Ахкете. Склоны осложнены бывшими сельскохозяйственными террасами, которые в настоящее время используются под выпас скота, особенно на склоне южной экспози-

ции, занятом сухими степями. Террасы на южном склоне поднимаются практически от скалистого склона долины реки от 1650 м до 2000 (2100) м. В нижней части северного склона на высоте от 1850 до 2250 м развит лесолуговой тип ландшафта, выше сменяющийся субальпийским подтипом ландшафта. Склон осложнен ложбинами с выраженными экспозиционными различиями склонов, водосборными понижениями. Крутой склон долины р. Ахкете ниже 1850 м занят лесными ландшафтами с многочисленными скальными выходами. На участке «Макажой» планируется заложение площадок для изучения баланса углерода на пастбищах с неодинаковой нагрузкой и при восстановлении лесных ПТК на месте пастбищ.

В ходе исследований использован комплекс традиционных и современных полевых географических и специальных методов изучения и камеральной обработки [7]. Для характеристики рельефа применялась съемка с беспилотного воздушного судна (БВС) с построением ЦМР и ЦММ территории. На их основе и анализе разновременных данных дистанционного зондирования были составлены предварительные схемы ПТК и выбраны точки, на которых в поле проводились комплексные описания элементарных ПТК (фаций). Особое внимание уделялось характеристикам почв и фенологическим особенностям фитоценозов. Известно, что почвы играют важную роль в балансе углерода, который определяется преимущественно соотношением между поглощением CO_2 наземной растительностью и выделением углекислого газа, прежде всего при дыхании почв. Почвенное органическое вещество относится к основным и долговременным резервуарам органического углерода [8]. Почвы содержат в 5–7 раз больше углерода, чем растительность [9]. В свою очередь растительность является основным источником поступления органического материала в почву, от ее типа и состояния зависит объем и свойства поступающего вещества.

Запасы травянистой фитомассы и минеральных веществ в ней, зольность растений относят к важным показателям функционирования ПТК, характеризующим их состояние [10]. Для их определения, в том числе как характеристик корма скота зимой, на точках комплексного описания брались укусы с площадки размером 50×50 см. В горах использовался метод профилирования при изучении растительности

в зависимости от экспозиции, крутизны, формы склона и абсолютной высоты. На террасированных склонах точки выбирались на основной поверхности террас и на их склонах. Если на точке были сухие и вегетирующие растения, то брали отдельно два образца. Когда число растений на одной точке было мало, то укос брался с двух площадок. Пробы взвешивались на электронных весах в сыром виде и после сушки при комнатной температуре. Полученные данные пересчитывались в центнеры на гектар. В лаборатории кафедры во взятых растительных пробах определялась «сырая» зола методом сухого озоления [11]. По данным о зольности и сухой массе травостоя или ветоши был рассчитан запас в них зольных элементов по формуле: запас = фито-масса × зольность/100.

На участке «Макажой» также проведены наблюдения за распределением и состоянием сосен, появившихся за последние годы на месте бывших земледельческих террас при ослаблении на них выпаса скота. На точках описывались все деревья по следующим характеристикам: порода дерева и его порядковый номер, высота, значение верхушечного прироста, диаметр ствола у корня и на «уровне груди», возраст, перевершинивание, асимметрия кроны, угол и направление наклона ствола, наличие шишек, состояние дерева. Для выявления специфики зарастания был проведён анализ разновременных мультиспектральных сцен за 1990–2021 гг. и составлена картосхема динамики древостоя.

На северном склоне был также описан снежный покров по профилю на высотах от 2000 до 2550 м с фиксацией его высоты и влагозапаса. При измерении характеристик снежного покрова использовался весовой снегомер ВС-43.

В ходе работ выполнено 41 комплексное описание ПТК, 12 измерений влагозапаса снежного покрова, около 200 описаний сосен, было отобрано 400 образцов почв на определение их физических и химических свойств, 69 укосов на определение травянистой фитомассы, преимущественно ветоши и запаса в ней минеральных веществ.

Основные результаты. Исследования выявили различия в зимнем состоянии ПТК модельных участков в зависимости от их высотного положения, морфологии рельефа, состава поверхностных отложений, особенностей трансформации при хозяйственном освоении. На равнинном участке в период работы для структуры ПТК было характер-

но отсутствие снежного геогоризонта, а также мерзлого горизонта в почвах. Почвы – агрочернозёмы миграционно-мицелярные отличались большой мощностью (до 120–137 см), высокой плотностью (1,2–1,3 г/см³), наличием пахотного горизонта (мощностью до 18 см). В структуре травостоя большинства ПТК наблюдалась активная вегетация злаков и разнотравья (п/п – от 1 до 30%). В отдельных фациях, особенно в краевых частях поля, они занимали практически всю ее площадь (до 80%).

Более сложная структура ПТК характерна для участка «Макажой», что связано с формированием на склонах разной экспозиции, формы и крутизны, осложненных бывшими сельскохозяйственными террасами. Для склона южной экспозиции характерны террасы шириной 10–30 м с пологонаклонной (4–6°) основной поверхностью и крутым (до 30–35°) склоном с превышением до 1 м. На террасах сформированы горные темно-каштановые насыпные маломощные суглинистые каменистые почвы, которые относятся к агрозёмам текстурно-карбонатным. Под современной почвой на глубине 68 см вскрываются погребенные темно-каштановые мицелярные почвы с мощным гумусовым горизонтом. На склонах террас почвы сильнокаменистые, укороченного профиля (до 20–35 см), очень плотные, доля каменистого материала достигает 70–90%. Все почвы южного склона карбонатные, но на уступах более выщелочены и по полевому определению карбонаты здесь содержатся в диапазоне 10–25% (реакция с HCl). На склонах отмечены солифлюкционные процессы.

Сезонные особенности вертикальной структуры проявляются в отсутствии устойчивого снежного покрова, который если и выпадает, быстро тает или свеивается, в результате чего в почвах наблюдается промерзание до 40 см на основной поверхности, на склонах – до 20–25 см, при наличии на них густого травостоя почвы были талые.

Меньшая мощность вертикальной структуры ПТК также связана с невысоким травостоем, в котором очень редко встречаются вегетирующие растения. В связи с круглогодичным выпасом овец здесь выделяются комплексы, находящиеся на разных стадиях пастбищной дигрессии. Для них характерно снижение видового разнообразия, увеличение сорных видов, низкие проективное покрытие и высота травостоя, развитие процессов смыва. Фрагментарное раз-

вите почв и растительности, срыв дернины обычно типичны для верхних частей склонов террас крутизной 30–40°. Проективное покрытие разнотравно-полянно-типчакового травостоя здесь составляет 5–10%, его высота достигает 10–15 см, масса ветоши 1,34 ц/га. В нижних частях более пологих склонов террас отмечено увеличение проективного покрова травостоя (до 65%) и преобладание в нем сорного высокого разнотравья и соответственно рост массы ветоши до 13,18 ц/га. Еще больший ее рост за счет разнотравья наблюдается на затененных склонах и поверхности террас восточной-юго-восточной экспозиции со снежным покровом (25,88–37,62 ц/га). Высокая масса ветоши (28,36 ц/га) типична также для низкоосоково-полянно-ковыльного травостоя самых нижних террас, с наименьшей степенью стравленности скотом в связи с их положением над скалистым склоном долины р. Ахтеке.

Ландшафтная структура склона северной экспозиции усложняется, изменяется и состояние ПТК. Это связано с большими относительными высотами, неоднородностью рельефа, наличием куртин сосен, неравномерным распределением снежного покрова, что затрудняет зимний выпас скота и сохраняет почвенный и растительный покров. По особенностям структуры ПТК на склоне можно выделить 4 местности. Для нижней части склона до высоты около 2200 м характерны террасы более широкие, чем на южном склоне (до 15–30 м), со склонами высотой до 2 м. На них преобладают остепненные разнотравно-злаковые, разнотравно-вейниково-овсяницево-фитоценозы с небольшими группами и единичными экземплярами сосны (*Pinus hamata*), березы (*Betula pendula*, *B. Radde*) и кустарников (*Salix sp.* и др.). Типична кочковатость из-за хорошо развитой дернины овсяницы. Почвы горные луговые насыпные суглинистые каменистые некарбонатные, относящиеся к агрозёмам структурно-метаморфическим тёмным. Для почв характерна большая мощность гумусовых горизонтов и более темный цвет, чем на южном склоне. Они не карбонатны, но местами вскипают каменистые включения от реакции с HCl. Склон осложнен крупными ложбинами глубиной до 6 м с асимметричными склонами. Выше крутизна склона увеличивается, и он приобретает вогнутую форму, террасы на нем единичны. Мозаичность растительного покрова здесь связана с формированием злаковых сообществ на

выпуклых участках и злаково-разнотравных лугов с соснами и березой в вогнутой части. Почвы горные луговые с разной мощностью гумусового горизонта, что обусловлено большей неоднородностью рельефа. При близком залегании коренных пород, они менее мощные (А1 не превышает 40 см). Глубина сезонного промерзания почв здесь более 30–40 см, что усложняло шурфование. Эта часть склона расчленена менее глубокими участками ложбин. Выше расположенная местность отличается преобладанием ПТК выпуклых склонов, осложненных солифлюкционными и оползневыми террасками, с разнотравно-злаковыми субальпийскими лугами с меньшей высотой травостоя, что фиксируется и по снижению запаса ветоши. Глубина промерзания почв здесь была наибольшей и составила 40–50 см.

Верхняя местность представлена ПТК пологонаклонной вершинной поверхности, осложненной водосборными понижениями, с низкотравными осоково-злаковыми лугами.

Все ПТК северного склона отличаются большей высотой и проективным покрытием травостоя и соответственно массой ветоши (табл. 1), которая изменяется от 9,72 ц/га до 90 ц/га. Наименьшие запасы отмечены в сухих степях на южном склоне, но с большей контрастностью в значениях из-за воздействия выпаса скота. Зольность травостоя варьирует слабее. Максимальные значения типичны для вегетирующего разнотравья (23,57%) на бывшем поле участка «Карбоновой фермы», немного меньше для сухого разнотравья в сухостепных фитоценозах южного склона участка «Макажой». В связи с доминированием на северных склонах в лугах злаков средние и максимальные значения зольности ниже – 8,34% и 12,2% соответственно. В целом, ветошь злаков отличается меньшей зольностью, что связано с различной филогенетической специализацией растений и разной их способностью к накоплению зольных элементов.

На северном склоне участка «Макажой» особенно в его нижней части, в ходе исследований отмечен хороший разновозрастный подрост сосен. Появление молодых сосен и продвижение их вверх по склону связано с ослаблением в 1990-е годы антропогенного воздействия и, возможно, с потеплением климата.

По данным космической съемки, полевых маршрутных и детальных описаний на 6 площадках зарастание началось с выпуклых участ-

ков в нижней части склона северо-восточной мезоэкспозиции. Выявлено, что единично сосны появились в конце 1970-х гг., в основном на склонах террас и массово стали распространяться в конце XX в. Густота сосен достигает 80–420 шт./га. В целом на изученной территории доля сосен в хорошем состоянии, без механических нарушений, угнетения составляет 56%, в удовлетворительном состоянии – 39% и в плохом – 1%, что свидетельствует о благоприятных условиях для их произрастания. Самые старые деревья (более 40 лет) расположены в восточной части участка исследования, а молодые – на западе, что может быть связано с направлением переноса семян. Здесь также встречается наибольшее число деревьев с шишками и 88% особей находятся в хорошем состоянии.

Таблица 1 – Изменение фитомассы ветоши, ее зольности и запаса в ней минеральных веществ на исследуемых участках

Участок, число проб	Фитомасса, мин.–макс./ ср., ц/га	Зольность, мин.–макс./ ср., %	Запас минеральных веществ, мин.–макс./ср., ц/га
Карбоновая ферма, залежь, 18	2,48–18,66/6,77	6,76–23,57/13,8	0,28–3,49/0,96
Макажой, южный склон, сухие степи, 18	1,34–37,62/10,78	5,73–22,72/11,66	0,16–4,62/1,17
Макажой, северный склон, луга, 25	9,72–90,0/41,2	6,21–12,2/8,34	0,77–3,39/1,75

Из-за неблагоприятных условий роста – больших уклонов, сильных ветров, морозов, активных геоморфологических процессов для сосен характерно перевершинивание. Неоднократные перевершинивания встречаются у деревьев, произрастающих в эрозионных ложбинах.

В результате исследований была выбрана оптимальная сеть точек мониторинга на всех трех участках полигона с использованием метода выборочного контроля оптимизированного латинского гиперкуба (OLHS) [12, 13] (рис. 16). Вычисления выполнялись в следе R, используя библиотеку «clhs» [14]. Модель выполнена по: 1) геодезически-обоснованной ЦМР, полученной на основе фотограмметрической

съемки территории с борта DJI Mavic 2 Pro (для северного склона «Макажоя» – по SRTM, с разрешением 30 м [15]); 2) рассчитанным по ЦМР в программе «ArcGisPro» морфометрическим параметрам, отражающим основные закономерности перераспределения тепла и влаги и антропогенной трансформации территории (крутизна, кривизна поверхности, водосборная площадь пикселя, суммарная годовая солнечная инсоляция для нерассеянного света); 3) главной компоненте индексов NDWI, отражающей неравномерность увлажнения территории, рассчитанной методом главных компонент за 4-летний период на основании летних сцен Landsat-8, 1 и 2; 4) полевым данным, необходимым для количественной верификации ДДЗ.

Полученные при полевых исследованиях количественные характеристики зимнего состояния ПТК (морфометрия рельефа, мощность рыхлых отложений, запас ветоши и др.) позволили провести моделирование сети точек мониторинга. Выбранная сеть точек, рассчитанная методом OLHS, не совпадает с положением точек полевого описания, а совпадающие точки уже могут быть использованы при организации мониторинга. Однако, для оптимального формирования всей сети необходимо проведение дополнительных исследований состояния ПТК в летний период.

Заключение. Спецификой Чеченского карбонового полигона «WAY CARBON» является его положение в разных высотных зонах. Выявлено, что основными природными факторами дифференциации ПТК на равнинном участке выступают мощность рыхлых отложений и степень увлажнения, а на горных участках – высотное положение, экспозиция, крутизна и форма склонов. Большую роль на исследованных участках играет антропогенная трансформация ландшафтов при длительном хозяйственном воздействии и смена типа землепользования в последние десятилетия. Все эти факторы предопределяют сложность пространственно-временной организации ПТК, что требует увеличения числа точек мониторинга.

Зимние работы в 2022 г. на карбоновом полигоне являются первым этапом исследований, которые необходимо продолжить в летний период для характеристики особенностей функционирования и годового состояния ПТК и оптимизации сети точек многолетнего комплексного мониторинга, в том числе баланса углерода.

Список литературы

1. Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый оценочный отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата / под ред. Пачаури Р.К. и Райзингер А. МГЭИК, Женева, Швейцария. 104 с.
2. Как Россия создает сеть карбоновых полигонов и зачем они нужны. [Электронный ресурс]. URL: <https://recyclemag.ru/article/rossiya-sozdaet-karbonovih-poligonov-zachem-nuzhni> (дата обращения 01.03.2022).
3. Беручашвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта. М.: Мысль, 1986. 182 с.
4. Мамай И.И. Динамика ландшафтов. Методы изучения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 168 с.
5. Головлев А.А. Горные ландшафты Чеченской Республики и особенности их освоения: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М., 2005. 39 с.
6. Гуня А.Н., Петрушина М.Н., Гайрабеков У.Т., Гагаева З.Ш., Колбовский Е.Ю., Лысенко А.В., Караев Ю.И., Петров Л.А. Ландшафты Аргунского государственного историко-архитектурного и природного музея-заповедника // Северокавказская комплексная экспедиция. Труды. Вып. 2. Грозный: ЧГУ, Махачкала: АЛЕФ, 2021. С. 43–94.
7. Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1997. 320 с.
8. Заварзин Г.А. Углеродный баланс России // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий. Проблема Киотского протокола. М.: Наука, 2006. С. 134–151.
9. Иванов А.Л., Савин И.Ю., Столбовой В.С., Духанин Ю.А., Козлов Д.Н. Методологические подходы формирования единой Национальной системы мониторинга и учета баланса углерода и выбросов парниковых газов на землях сельскохозяйственного фонда Российской Федерации // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. Вып. 108. С. 175–218.
10. Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н., Мамай И.И., Беляков А.И. Общие положения динамики и функционирования ландшафтов // География, общество, окружающая среда. Т. 2. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 101–112.
11. Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Аналитические методы исследования: Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2009. 148 с.

12. Сачков В.Н. Комбинаторные методы дискретной математики. М.: Наука, 1977. 320 с.

13. Roudier P., Beaudette D.E., Hewitt A.E. A conditioned Latin hypercube sampling algorithm incorporating operational constraints // Digital soil assessments and beyond. 2012. С. 227–231.

14. Библиотека для среды R «clhs», [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Hexstream/clhs> (дата обращения 01.03.2022).

15. USGS EROS Archive – Digital Elevation – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-non> (дата обращения 01.03.2022).

ОПОЛЗНЕВЫЕ ЛАНДШАФТЫ НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШОГО СЕВАСТОПОЛЯ: ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ

*Вьюшкова И.В., Котельникова В.Д., Кузьмичев И.С.,
Симонова А.А., Скроб П.В., Чульжанова И.А., Медведков А.А.,
Петров Л.А., Банчева А.И.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра физической географии мира и геоэкологии*

Введение. Крымский полуостров входит в группу российских регионов, характеризующихся интенсивным развитием оползневых процессов на осваиваемых территориях. Здесь оползневые процессы обладают своей спецификой, обусловленной особенностями геолого-геоморфологического строения и палеогеографической истории, климатических и ландшафтно-экологических условий. Наиболее заметно проявление оползневых ландшафтов на Южном берегу Крыма (ЮБК). Эта экотонная область всегда находилась в центре исследовательского внимания ввиду ее высокой освоенности. Вместе с тем, значительная часть оползневых ландшафтов Большого Севастополя – территории в границах нынешнего города федерального значения РФ, оставалась значительно менее изученной, что объясняется невысокой до недавнего времени освоенностью его прибрежных территорий [1]. Сегодня ситуация в этом отношении меняется. Так, фиксируются расрастание частной застройки и интенсификация хозяйственной деятельности, поэтому в Севастополе все ошутимее проявляется проблема оползневой опасности. Оползневая активность на Крымском полуострове интенсифицируется в зимне-весеннее время из-за преобладания в этой части года влажных типов погоды [2]. Известно, что активность оползней оценивается на основе сочетания визуально заметных признаков [3], которые могут быть использованы для оценки опасности развития неблагоприятных явлений и верификации пространственных моделей риска. Данными обстоятельствами и объясняется наш исследовательский интерес к обозначенной территории в зимнее вре-

мя – период наибольшей активности оползневых ландшафтов. Сегодня, в связи с климатическими изменениями, роль зимнего периода становится все более значимой при оценке оползневого риска, что обусловлено ростом количества осадков зимнего времени (рис. 1) и увеличением интенсивности их выпадения (рис. 2). Фактические данные свидетельствуют о заметном вкладе климатических изменений в ход динамики физико-географических (в т.ч. и экзодинамических) процессов на Крымском полуострове [2, 4].

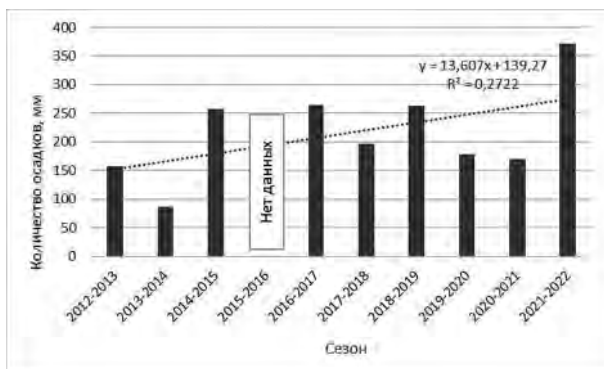


Рисунок 1 – Динамика суммы осадков за зимний период (декабрь-февраль) в Севастополе за период 2012–2022 гг. Составлено И.В. Вьюшковой по данным электронного архива погоды г. Севастополя

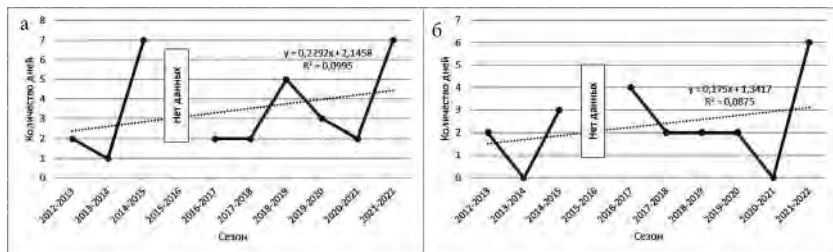


Рисунок 2 – Количество дней с осадками 10-20 мм (а) и свыше 20 мм (б) в г. Севастополе за период с 2012 г. по начало 2022 г. Составлено И.В. Вьюшковой по данным электронного архива погоды г. Севастополя

Значительные площади Большого Севастополя характеризуются наличием рисков, обусловленных развитием оползневых процессов. В пределах Большого Севастополя оползневые процессы получили развитие как на его северной стороне, так и на юге его территории, но в разных инженерно-геологических условиях. Данное обстоятельство учитывалось нами при выборе ключевых объектов для исследования. В их число вошли (рис. 3): оползневой склон в районе пляжа «Толстяк» (Учкуевский оползень), техногенный оползень-спływ на абразионном берегу под Балаклавой и наиболее активный оползень в районе мыса Сарыч с весьма выразительной реакцией растительного покрова на повышенную динамичность среды. Каждый из выбранных объектов имеет свои особенности в части генезиса и современной динамики.

Материалы и методы исследования. Базируясь на анализе разработанной в Севастопольском филиале МГУ имени М.В. Ломоносова пространственной модели оползневого риска [5], построенной на основе вероятностного определения величин воздействия факторов оползнеобразования (уклон поверхности, индекс вертикальной расчлененности, индекс топографической влажности, продольная кривизна поверхности, тип грунтов, характер растительности, площадь под строениями, сейсмичность), нами выделены участки для оценки оползневой активности, а также частичной верификации полученных по модели результатов с использованием на местности приемов геоморфологической и ландшафтной индикации [3, 6]. В качестве наиболее заметных признаков фиксировалось наличие специфических для оползневых ландшафтов скульптурных форм рельефа (рвы отседания, бровки срыва, валы выпирания и наплывы, наличие террас, крупных западин и промоин и пр.) и элементов «пьяного леса», оценивался характер поверхности оползневого тела, анализировались структура растительного покрова и характер освоенности.

Каждый из выбранных объектов, обозначенных на рис. 3 (оползень в районе мыса Сарыч, оползень вблизи пляжа «Толстяк» и техногенный оползень под Балаклавой) посещался полевой группой, которая оценивала состояние его активности на основе фиксации разных признаков. В данной статье наиболее подробно мы остановимся на примере двух таких объектов, один из которых («Учкуевка») представляет оползнь северной стороны, а другой («Сарыч») – южной части Большого Севастополя.

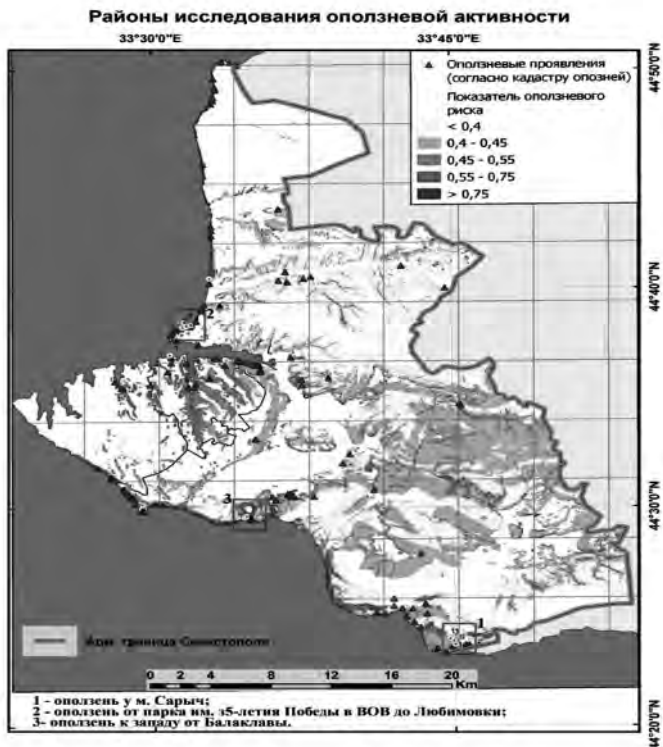


Рисунок 3 – Схема районов исследования. Составлена П.В. Скробом на основе разработанной А.А. Новиковым пространственной модели оползневой риска [5]

Объекты и результаты исследования. Оползни северной стороны Большого Севастополя имеют преимущественно абразионное происхождение, а их интенсификация – следствие воздействия комплекса гидрометеорологических явлений (штормы, атмосферные осадки ливневого характера и др.). Вместе с тем, не последняя роль принадлежит современному типу освоения прибрежных территорий (рис. 4), где создается дополнительная нагрузка на склоны с сильной вертикальной трещиноватостью при отсутствии соответствующего технического контроля застройки (Учкуевка, Любимовка). Данные обстоятельства

приводят к появлению потенциальных, а впоследствии – действующих «стенок срыва» и это угрожает отдыхающим на пляжных участках.



Рисунок 4 – Область развития Учкueвского оползня. На снимке хорошо заметно влияние застройки, вплотную подходящей к обрыву. Внемасштабными знаками обозначены точки наблюдения

Комбинация факторов развития оползней северной стороны приводит к формированию оползневых тел принципиально иных конфигураций (рис. 5) в сравнении с их аналогами на ЮБК. Так, в пределах Учкueвского оползня отмечены останцовые формы, по всей вероятности, бывшие блоками оседания в период наиболее активной фазы его развития. В прибрежной части поверхностей формируются трещины бортового отпора, простирающиеся вдоль нее на расстояние до 15 м. Данный оползень характеризуется относительной устойчивостью, судя по фиксируемым признакам (сглаженные оползневые ступени и бугры, наличие западин и эрозионных форм, характер растительного покрова и его проективного покрытия и др.), но стабильность оползневого склона нарушает стихийная застройка и штормовая активность. Вместе с тем отметим, что в некоторых частях оползневого склона приняты защитные меры «зеленого» типа в форме насаждений испанского дрока. Тем не менее, в непосредственной близости от массива искусственных насаждений располагается несколько потен-

циальных «стенок срыва» и их переход в действующую стадию может произойти в ближайшее время. Видимая глубина трещин заложения стенок – до 5 метров, что значительно превышает глубину развития корневой системы испанского дрока. Вероятно, фитомелиоративные мероприятия способны замедлить лишь эрозионные процессы в поверхностной части оползневого тела.



Рисунок 5 – Склон Учкеевского оползня, получивший развитие в континентальных отложениях таврской свиты (средний плиоцен), представленных глинами ярко-бурого цвета. На заднем плане видны строения, подходящие к обрыву. Фото И.А. Чульжановой

Склоны ЮБК в районе мысов Сарыч и Айя на протяжении многих лет характеризуется высокой оползневой опасностью. Изученный в ходе полевых исследований оползневой склон (рис. 6) сложен, как и прилегающая территория, породами таврической серии, которые представлены флишевыми и флишоидными отложениями верхнего триаса – нижней юры.

Крутизна исследуемого участка варьирует от 10° до 25° , что весьма благоприятно для развития оползневых процессов. Форма крупных оползневых склонов (в том числе и исследуемого) чаще всего представляет из себя амфитеатр (рис. 7), что способствует концентрации выпадающих осадков. Активизация оползневой активности угрожала

безопасному функционированию автомобильной дороги, поэтому в 1970–1980-х гг. были осуществлены защитные мероприятия: частичное террасирование склона и высадка сосны крымской, а также строительство мощной противооползневой стенки и каналов водоотведения. Эти мероприятия снизили активность оползневых явлений [7].



Рисунок 6 – Активный оползень «Сарыч», подрезаемый автодорогой «Ялта-Севастополь». Внемасштабными знаками показаны точки наблюдения. На снимке отчетливо видны следы террасирования

При движении от автодороги «Ялта-Севастополь» вверх по террасированному склону вплоть до высоты 200 м наблюдаются монодоминантные посадки сосны. Напочвенный покров в основном отсутствует, на поверхности почвы отмечается только опад хвои. На незадернованных склонах террас выражены микрооплывины и отмечены искривления стволов деревьев в их прикорневой части. Далее, в средней части склона, фиксируется возобновление лиственных форм древостоя (дуб скальный), проективное покрытие значительно увеличивается и отмечается все меньше форм, свидетельствующих об активности экзогенных процессов. Но при этом, несколько увеличилось количество малых эрозионных форм рельефа. Зафиксированы некоторые элементы искривления стволов деревьев в их прикорневой части. Конечная точка маршрута находилась вне террасированной части оползневого склона, в пределах которого отмечались следы про-

явления линейной эрозии, а древостой был представлен монодоминантным составом дубовых лесов.



Рисунок 7 – Фрагмент оползневого склона «Сарыч». Фото И.С. Кузьмичева

На всем протяжении при движении вверх по склону отмечались следы выклинивания на поверхность водоносных пластов (в форме родников), что свидетельствует о высокой обводненности оползневого склона. Таким образом, в пределах исследуемого оползневого склона выявлена определенная зональность в ландшафтно-динамическом отношении и отмечена разная степень активности склоновых процессов, но в контексте совершенствования системы оценки оползневого риска требуется проведения дальнейших исследований.

Эффективность политики по управлению оползневый риском.

Работу по выявлению и мониторингу потенциально опасных оползневых процессов в Севастопольском районе проводит ГБУ г. Севастополя «Экологический центр», подведомственный Департаменту природных ресурсов и экологии г. Севастополя. В феврале 2022 г. нами было проведено глубинное интервью с сотрудниками этого учреждения.

На основе полученных данных, а также анализа отчетных материалов организации и собственных полевых наблюдений нами использованы следующие критерии эффективности реализуемой экологической политики в сфере управления оползневый риском:

- степень разнообразия мониторинговых исследований, проводимых на территории города в контексте управления опасными процессами;
- уровень инструментальной оснащённости для оценки оползневой опасности;
- политика по предотвращению или снижению риска оползневой опасности;
- частота выявленных случаев оползневой активности;
- размер ущерба от активизации оползней;
- информационное обеспечение оползневого риска.

В таблице приведено описание ситуации по объектам исследования на основании выбранных критериев и дана оценка в баллах в зависимости от уровня его реализации. Каждый критерий оценивался по трехбалльной шкале, где:

- 1 – начальный этап разработки экологической политики, недостаточное развитие инструментов, либо очень низкая их эффективность;
- 2 – промежуточный этап разработки и реализации политики, отмечаются успешные действия лишь по некоторым направлениям;
- 3 – эффективная и развитая политика с устойчивым проявлением положительных результатов.

Таким образом, общая оценка по обозначенным в таблице критериям составила 7 баллов из 12 максимально возможных. По итогам проведенного анализа отметим следующее:

– На территории Севастопольского района ощущается недостаток мониторинговых кампаний. Дежурные инженерно-геологические обследования оползней осуществляются только на 10 участках в пределах Большого Севастополя, что является недостаточным, учитывая, что на территории города всего зарегистрировано 82 оползня [по данным ГБУ Севастополя «Экоцентр», 2021].

– Инструментальная оснащённость в целом достаточно высока, но не охватывает все опасные объекты на городской территории, но основные работы проводятся только на самых крупных из них.

– Меры противооползневой деятельности разнообразны, но действуют с разной степенью эффективности. Так, например, сооружение подпорных стен не всегда эффективно, что указано и в информационном отчете Экоцентра (оползень в 850 м от м. Сарыч). Террасирование оползневых склонов кустарниками и деревьями также является не всегда эффективным (оползень между аэродромом «Бельбек» и ТСН «Берег»).

Таблица – Оценка эффективности политики в сфере снижения рисков оползневых явлений в Севастопольском районе

Критерии	Описание	Оценка (баллы)
Виды мониторинга, проводимые на территории	Мониторинг подземных вод. Геологоразведочные работы и мониторинг оползневой деятельности – на 10 участках. Мониторинг изменения климата и его влияния на оползневые процессы – не осуществляется.	1
Инструментальная оснащенность для выявления потенциальных и существующих оползней	11 наблюдательных скважин, 4 из которых оборудованы автоматическим гидрогеологическим постом (замеры по уровню и температуре воды – два раза в сутки). Реперы в телах оползней. БПЛА (гексокоптеры) – аэрофотосъемка – обследования раз в квартал. Приборы GPS.	2
Противооползневая деятельность	Искусственное обрушение (обвал) крупных глыб – нависающих частей оползня без применения взрывчатых веществ (пример пляжа на м. Лермонтова – СТ Фиолент). Сооружение подпорных стен (оползень у м. Сарыч). Террасирование оползневых склонов кустарниками и деревьями, чаще соснами (оползень между аэродромом «Бельбек» и ТСН «Берег»). Разгрузка оползня путем демонтажа уже построенных на нем объектов (оползень на ул. Тенистой Нахимовского района). Регулирование поверхностного стока, исключение сброса ливневых вод в оползневую зону (с помощью траншей, дренажных прорезей, бетонных лотков). Разгрузка оползневого склона путем срезки грунтов. Внесение изменений в проект Генерального плана города и правила землепользования и застройки на территориях с экзогенными геологическими процессами.	2
Частота случаев оползней	2018 г. – 6 опасных проявлений оползней. 2019 г. – 115 опасных проявлений оползней. 2020 г. – 3 опасных проявления оползней. Данные за 2021 г. в отсутствуют.	–

Продолжение таблицы

Критерии	Описание	Оценка (баллы)
Масштабы ущерба	Ни одного несчастного случая в 2021 г. (статистика за предыдущие годы, а также информация о количестве опасных проявлений оползней в этот год отсутствуют). Материальный ущерб в 2018, 2019 и 2020 гг. – 0 руб. [ГБУ Севастополя «Экоцентр», 2021] (за 2021 г. данных нет).	–
Обеспечение информацией	2 раза в год выпускаются дежурные цифровые карты по опасным экзогенным процессам. Их можно получить по запросу в Экоцентр. Информационное обеспечение геологического изучения недр и недропользования на территории города Севастополя (территориальный фонд геологической информации) – только по запросу. Информационный бюллетень о состоянии недр (выходит ежегодно с 2019 г.) – в открытом доступе. Информационный отчет о результатах работ по государственному мониторингу состояния и охраны геологической среды по территории г. Севастополя – в открытом доступе. Установка предупредительных знаков. Информация в общественном транспорте об активных оползнях на мультимедийных экранах.	2
Общая оценка		7/12

– Ввиду того, что частота оползней зависит от предпосылок, обусловленных погодно-климатической динамикой, показатель частоты оползней сам по себе не характеризует эффективность проводимой экологической политики, однако в совокупности с размером нанесенного ущерба может быть более информативным. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

– Несмотря на открытость некоторых данных, обеспечение информацией населения, на наш взгляд, является недостаточным для понимания ситуации (информация зачастую труднодоступна, предоставляется только по специальному запросу и т. д.).

Также нельзя не отметить фактор, усложняющий реализацию политики управления природно-экологическими рисками в пределах Большого Севастополя. Так, многие территории находятся в частном владении (СНТ), поэтому возникают проблемы с регулированием оползневой опасности и становится невозможным проведение мониторинговых и др. работ.

За не столь продолжительный период (2015–2021 гг.) сложно сделать однозначные выводы об эффективности экополитики на территории Большого Севастополя. Однако благодаря полученной информации, а также полевым наблюдениям и произведенным оценкам можно заключить, что в политике по предотвращению опасных экзогенных явлений (в т.ч. оползней) имеются некоторые успехи. Представляется, что проблема управления оползневым риском в разных инженерно-геологических обстановках г. Севастополя требует дальнейшего изучения в меняющихся климатических и эколого-ландшафтных условиях. Без выявления и изучения актуальных трендов и их последствий для разных территорий в пределах Большого Севастополя, эффективность экологической политики будет снижаться.

Список литературы

1. Горячкин Ю.Н., Федоров А.П. Оползни Севастопольского региона. Часть 1. Северная сторона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 1. С. 4–12.
2. Клюкин А.А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь, 2007. 320 с.
3. Звонкова Т.В. Прикладная геоморфология. М.: Высшая школа, 1970. 272 с.
4. Парубец О.В. Природно-антропогенные факторы трансформации физико-географических процессов в Крыму в XX – начале XXI вв.: дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь, 2014. 159 с.
5. Новиков А.А., Игнатов Е.И., Исаев В.С., Горшков Е.И., Каширина Е.С. Оценка геоэкологических рисков урбанизированных прибрежных территорий // Геополитика и экогеодинамика регионов. Т. 4. № 4. 2018. С. 100–108.
6. Викторов С.В., Чикишев А.Г. Ландшафтная индикация и ее практическое применение. М.: МГУ, 1990. 200 с.
7. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 1. История отечественного оползневедения. Симферополь: Апостроф, 1999. 255 с.

ЗИМНЯЯ ЧУВАШИЯ: ЦЕНТР-ПЕРИФЕРИЙНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕЗОННОСТИ

*Балабан М.О., Галкин Р.В., Греля Н.К., Жуковский Е.Д.,
Колдобская Н.А., Крутов О.Д., Протопопов И.С., Прусихин О.Е.,
Трухин А.Ю., Черепанова Е.А., Чучкалов А.С.*

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра экономической и социальной географии России*

Введение. Чувашская Республика — регион с уникальными особенностями населения, сохранивший много традиционного и архаичного. В этой связи особенно интересна локальная специфика, присущая Чувашии в аспекте социально-экономических сезонных циклов.

Сезонность уже становилась объектом исследования экономико-географов. В 2011 году Д.Ю. Землянский защитил кандидатскую диссертацию «Сезонные ритмы социально-экономических процессов в регионах России» [6], в которой он рассматривает географические различия сезонных ритмов, а также их изменения под влиянием экзогенных факторов. Кроме того, Д.Ю. Землянский исследовал проявления сезонности в ряде других своих работ, в которых говорится о том, что сезонные ритмы различны в регионах с разным уровнем развития: в наиболее развитых регионах сезонные ритмы более сглажены, нежели в менее развитых. Возможно, данное утверждение работает не только на региональном, но и на локальном уровне [5].

В ряде работ сезонность рассматривается в контексте дачного освоения сельской местности [1, 2, 7, 8], в других исследованиях — в контексте «отходничества» [3, 8], очень распространённого в том числе в Чувашии. Подробно сезонность в свете дачной миграции и отходничества рассматривается в книге «Между домом... и домом. Возвратная пространственная мобильность населения России» под редакцией Т.Г. Нефедовой и К.В. Аверкиевой [8], где проанализировано влияние сезонных ритмов на сельскую местность, факторы влияния на сезонность.

Цель исследования заключалась в комплексном изучении сельской местности и городов Чувашской Республики в контексте проявлений сезонности экономической деятельности, а также занятости, досуга и миграционных установок жителей Чувашии. Для ее достижения были поставлены следующие *задачи*:

1) собрать массив данных о проявлениях сезонности в населенных пунктах разной людности различными методами: при помощи социологических опросов, проведением ряда глубинных интервью, визуальными методами исследования;

2) обработать полученные данные для возможной дальнейшей интерпретации;

3) интерпретировать полученные данные, соотнести их с центр-периферийной моделью.

Объект, материалы и методика исследования. *Объектом* исследования выступили населенные пункты разной людности Чувашской Республики, *предметом* – происходящие в них сезонные социально-экономические процессы. Была выдвинута *гипотеза* о том, что пространственная дифференциация сезонных социально-экономических процессов несет центр-периферийный характер, притом сильнее проявляется сезонность в периферийных населенных пунктах.

Информационной базой исследования является массив данных, полученный в ходе полевых исследованиях и статистические материалы.

В рамках экспедиции были посещены города Канаш, Алатырь, Новочебоксарск и Чебоксары, а также ряд сельских населённых пунктов (СНП) в Канашском, Алатырском, Янтиковском и Чебоксарском районах. Использовался метод социологического опроса, собран массив качественных интервью.

Проводились следующие визуальные наблюдения:

1) исследование качества зимней городской среды, посредством выделения ряда индикаторов и их балльной оценкой;

2) расчет доли освещенных окон от общего числа для оценки постоянного населения;

3) визуальная оценка населенных пунктов: количество людей, автомобилей на улицах, оценка качества жилого фонда и т.д.

4) исследование ассортимента продуктовых магазинов на предмет наличия или отсутствия сезонных циклов потребления продукции.

В опросе приняло участие 428 человек. При анализе было учтено 210 ответов респондентов, отобранных в соответствии с выборкой с учетом половозрастной структуры населения Чувашии.

Результаты и их обсуждение. Сезонность образа на жизни. Все возрастные группы отметили, что летом они чаще всего посещают общественные места, самая большая часть приходится на молодых людей в возрасте от 21 до 31 года (разрыв с возрастом менее 21 года – 14%, разрыв с возрастом 31–41 год – 10%). Зимой посещение общ. мест отмечают люди в возрасте от 31 до 41 года и старше 51 года, весной все возрастные группы, а осенью лишь люди моложе 21 года. В летний период люди старше 51 года и в возрасте от 31 до 41 года выезжают в 5 раз чаще, чем весной и зимой, возрастом от 41 до 51 года – в 4 раза чаще, чем весной, от 21 до 31 года – в 10 раз чаще, чем весной и зимой, а моложе 21 года – в 4 раза чаще, чем весной и осенью.

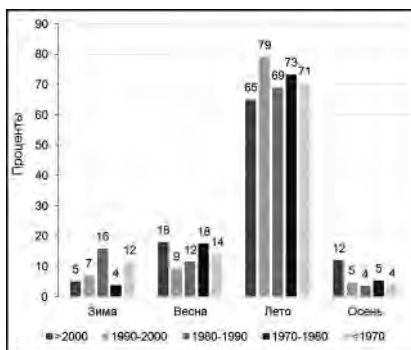


Рисунок 1 – Сезонное посещение общественных мест

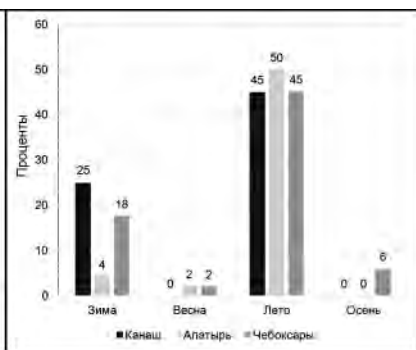


Рисунок 2 – Мнение об изменении количества жителей

Респонденты в Канаше отмечают изменение количества жителей в зимний и летний период, в Чебоксарах мнение людей сходно, но зимнее изменение отмечают реже. Чаще всего об изменении численности жителей в летний период отмечают в Алатыре. При том, что весной и осенью во всех городах не отмечаются изменения.

В зимний и осенний период, как в сельской, так и в городской местности люди не ощущают себя более счастливыми. Весной при-

близительно одинаковое количество людей, вне зависимости от места проживания, считают себя счастливыми. В летний период наибольшее количество человек счастливы, при этом наиболее счастливы в сельской местности (разрыв 9%). Летом люди в сельской местности счастливы чаще, чем весной в 4,5 раза, а в городской в 2 раза чаще. Таким образом, можно сказать, что:

1. Влияние сезонности на различные сферы жизни неравномерно, и наиболее ярко оно проявляется в сезонных изменениях численности жителей и самооощения жителей, в то время как частота выездов от сезона практически не зависит.

2. В сельской местности и малых городах сезонность выражена лучше, чем в крупных городах. Особенно это заметно при изучении сезонной динамики численности жителей.

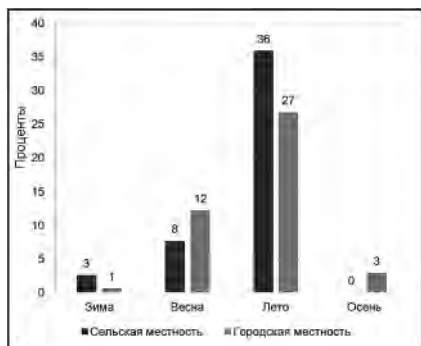


Рисунок 3 – Сезонное изменение оощения счастья

Среди городов, изученных в рамках экспедиции, Алатырь – самый «сезонно зависимый».

Проявления сезонности в городской среде. В ходе экспедиции были проведены исследования городской среды двух малых городов Чувашской Республики – Канаша и Алатыря. Для этого каждый город был поделён на четыре-пять крупных районов, которые в свою очередь делились на более мелкие участки (25 в каждом городе). На каждом

участке визуально оценивались показатели благоустройства, которые можно распределить по двум категориям:

– показатели пешей проходимости городского пространства: наличие или отсутствие тротуаров, *народных троп* (дорожек, проторенных пешеходами), признаков расчистки дорог и дворов от снега и наледи;

– показатели безопасности: наличие или отсутствие уличного освещения, признаков противогололёдных мероприятий и расчистки крыш от снега, наледи и сосулек.

Каждый показатель оценивался 0 баллами при отсутствии соответствующих признаков и 1 баллом при их наличии, дробные баллы не выставлялись. Затем при помощи весовых коэффициентов ($\times 1$ и $\times 2$) на основе этих показателей каждому участку присваивалась оценка по 10-балльной шкале.

Результаты указывают на сходство Канаша и Алатыря по уровню благоустройства: в обоих городах чаще всего встречаются участки с оценкой 8 баллов, медианный показатель составляет 7 баллов. Среднее значение оценки в Канаше — 6,7, в Алатыре — 6,3 балла. Впрочем, следует учесть, что эти оценки не взвешены по площади участков и вклад обширных районов на окраинах городов в суммарный балл может быть недооценён — так, в Алатыре один из участков с высокой оценкой (9 баллов) занимает почти весь север города, т. е. средневзвешенная оценка должна быть выше средней арифметической. Отсюда можно сделать вывод, что обнаруженная разница в 0,4 балла между городами, и без того небольшая, ещё более преувеличена; таким образом, Канаш и Алатырь находятся по качеству «зимнего» благоустройства на одном уровне.

Территориальные различия внутри городов не имеют строго центр-периферийного характера. В обоих городах повышенной комфортностью среды (7–9 баллов) отличаются районы северо-западнее железной дороги, относительно староосвоенные (заметная доля застройки в них относится к сталинской эпохе). Хорошо благоустроен центр городов (8–9 баллов), причём оценка 9 баллов в обоих случаях достигается только на одном компактном участке, который окружён несколькими участками с оценкой 8 баллов. Восточные районы, напротив, отличаются пониженной комфортностью (4–5 баллов): предположительно, в Канаше это связано с близостью промзоны и соответствующими особенностями планировки, а в Алатыре – со сложным рельефом склона долины р. Суры.

Кроме того, в каждом городе было выделено десять *ключей* — более или менее обособленных и равномерно распределённых по городу территорий, отличающихся друг от друга функционально и по специфике застройки: пять с преобладанием многоэтажного строительства и пять с преобладанием индивидуальной селитьбы. В вечерние часы (после 17:30) в каждом *ключе* полностью визуально обследовалась

жилая застройка, подсчитывалось количество окон со включённым светом в домохозяйствах и их доля от общего количества окон. Полученные данные (см. таблицу 1) могут считаться косвенным индикатором зимней населённости городской территории. Разумеется, рассчитать численность населения по такому индикатору невозможно, но можно использовать его как сравнительный. Так, суммарная доля горящих окон в обоих городах примерно одинакова (около четверти), т. е. зимой используется примерно одна и та же доля жилья вне зависимости от того, индивидуальная малоэтажная это или многоквартирная застройка. Таким образом, одинакова и доля неиспользуемого жилья, что может служить косвенным свидетельством сходной величины сезонных колебаний численности населения в Канаше и Алатыре.

Таблица 1 – Доля окон со включённым светом в жилых домах Канаша и Алатыря

Город	Тип застройки	Горящие окна	Всего окон	Доля (%)
Алатырь	СИЖС	329	1161	28,3
Алатырь	МКД	1514	6213	24,4
Алатырь	всего	1843	7374	25,0
Канаш	СИЖС	494	1609	30,7
Канаш	МКД	2896	11307	25,6
Канаш	всего	3390	12916	26,2

Примечание. СИЖС — сектор индивидуального жилищного строительства, МКД — многоквартирные дома.

Кроме того, стоит отметить различные типы организации секторов индивидуального жилищного строительства. На территории Алатыря присутствуют участки, на которых в этих секторах уровень благоустройства выгодно отличается от прочих. Это участки с тротуаром, почти всегда отделённым от проезжей части, однотипно расположенными вдоль улиц домами и коммуникациями уличного освещения. Эти характеристики присущи районам Алатыря в границах города на начало XX в., в которых индивидуальный сектор сложился раньше и испытал влияние городского образа жизни.

Сезонность в туризме. Туризм играет небольшое значение в экономике Чувашии. Наибольшее количество туристов посещает столицу Чувашии – Чебоксары в рамках речных круизов по Волге. Это формирует ярко выраженную сезонность в туристической сфере. Летом туристический поток велик, среднее время пребывания в республике составляет менее одного дня, посещают в основном Чебоксары и Цивильск. За сезон 2021 года Чебоксарский порт принял 427 судов, общее количество пассажиров составило – 55,5 тысяч человек (зимой объем туристического потока резко снижается, основным транспортом становится железная дорога, происходит более равномерное распределение туристов, что связано с высокой долей среди них школьников и пенсионеров. Большую часть туристического потока в зимние месяцы формируют сами жители республики. Основными аттракторами являются Чебоксары, Тихвинский Богородский монастырь в Цивильске, Мариинский Посад, Алатырь. В сельской местности выделяется село Яншихово-Норваши, откуда вышли многие деятели чувашской национальной культуры.

Сезонность через призму СМИ. В ходе зимней экспедиции научного студенческого общества были исследованы средства массовой информации Канашского района: газеты «Канаш» и «Навигатор». Для изучения были взяты выпуски всех времен года. В ходе изучения контента этих печатных СМИ обнаружилась четкая сезонность статей различных тематик.

Было установлено, что максимум культурного, а также патристического контента газеты «Канаш» приходится на весну и конец осени, что связано с преддверием Дня Победы весной, памятью строительства Сурского рубежа и Днём народного единства осенью. Во время летних каникул заметно снижается присутствие образования в газете. По публикациям о выборах особенно чётко выделяется конец августа – середина октября. В летний период повышается многократно доля публикаций, связанных с правопорядком и безопасностью населения, что можно объяснить, как с ростом активности людей, так и тем, что дети находятся на каникулах, поэтому важно освещение основных опасностей (плавание в опасных местах, езда на мопедах и велосипедах по автодорогам и т.д.). В связи с ростом заболеваемости, а также травматизмом на улицах в осенне-зимнее время растут доли

здравоохранения, а также ЖКХ в тематике газеты, в это же время и растёт роль социальной политики.

Помимо общественно-политической газеты «Канаш» было рассмотрено изменение содержания частной коммерческой газеты «Навигатор». Также отмечена сезонность по характеру содержания публикуемых рекламных объявлений. Число вакансий, и в том числе объявлений о найме на вахту зимой падает по сравнению с летом в 2–3 раза в связи с сезонным уменьшением активности в различных видах экономической деятельности, в том числе в строительстве. Другим интересным фактом стало то, что количество продаваемой недвижимости значительно выше весной и летом, что связано во многом с психологическими установками населения, поскольку человеку легче изменить свои условия жизни, в том числе место жительства, когда впереди тёплое время года, вдобавок ассоциирующееся с новым этапом в жизни. И, наконец, динамика рекламы услуг имеет слабые колебания с пиком летом и заметным спадом зимой, что связано с ходом предложения монтажных и ремонтных услуг, которые составляют наибольшую долю в структуре рекламы данной сферы.

Можно заключить, что печатные средства массовой информации являются своего рода зеркалом сезонности жизни человека практически во всех её проявлениях.

Сезонность в вахтовых миграциях. Наиболее значимыми регионами вахты по данным сайтов о найме на работу вахтовым методом в Чувашии являются: Москва, Татарстан, Нижегородская область, Самарская область, а также вахты внутри региона. Чем меньше город по размеру, тем меньше спектр регионов для выезда, а также для малых городов, как Алатырь доля Московского региона наиболее высока, достигая двух третей от всех вакансий. И, наконец, стоит отметить, что доля северных вахт ничтожно мало и даже по зарплате не соответствует многим аналогичным предложениям в Центральной России и Поволжье.

Сезонность в данном явлении наблюдается в виде сокращения востребования в 2–3 раза зимой, по сравнению с летом (данные газеты «Навигатор» г. Канаш).

В распределении сфер труда, где требуются вахтовый труд, можно отметить, что чем больше город, тем выше доля запро-

сов на складских рабочих и меньше доля водителей. Также стоит отметить, что в то же время доля требований от промышленного сектора наиболее высока в малых регионах, причиной чего может быть, как близость к промпредприятиям других регионов (Алатырь), так и квалификацией населения (Канаши), где расположено несколько техникумов специального образования, а также есть промпредприятия, то есть работодатели более заинтересованы привлечь рабочих с вполне высокими знаниями о работе на промышленном производстве.

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что Московский регион является важным аттрактором для чувашских вахтовиков, а также что он имеет неравномерное значение в городах разной людности (чем меньше население, тем больше доля Москвы и МО). По сферам деятельности доля промышленности наиболее высока в малых и промышленных городах, в то время как в Чебоксарах в основном спрос на низкоквалифицированную рабочую силу. И, наконец, для вахтовых миграций характерна очень заметная сезонность, в связи с сезонностью различных видов деятельности.

Сезонность в сельской местности. Влияние сезонного фактора на социально-экономическое развитие сельской местности более значимо в сравнении с городами. В Чувашии, уступающей среди регионов Центральной России по доле сельского населения только Тамбовской области, оно проявляется особенно сильно вследствие повышенной роли личных подсобных хозяйств (ЛПХ) в самообеспечении сельских жителей [1].

Проявления сезонности в сельской местности многообразны. В целях повышения комплексности исследования рассмотрим роль сезонного фактора на три аспекта жизнедеятельности в сельской местности: 1) на внутригодовые колебания численности сельского населения; 2) на занятость сельского населения; 3) на хозяйственную деятельность сельчан. По каждому из указанных аспектов возможно выявление пространственных различий интенсивности воздействия фактора сезонности.

Прежде всего, центр-периферийные пространственные различия косвенно предопределяются характером внутригодовой динамики численности населения. Основным фактором дифференциации в дан-

ном случае выступает интенсивность сезонных миграционных потоков, в частности: 1) летних миграций горожан в сельскую местность; 2) сезонных перемещений населения более крупных сёл и посёлков, проживающего в многоквартирных домах, в меньшие по людности окружающие деревни в целях ведения ЛПХ и на дачи; 3) сезонных трудовых миграций «вахтовиков» из числа сельских жителей.

В сельских населённых пунктах (СНП), приближённых к Чебоксарам, сезонные колебания численности населения максимальны вследствие дачного освоения в летний период. Наиболее характерно оно для западной и восточной частей Чебоксарского района в непосредственной близости от регионального центра и Новочебоксарска соответственно (рис. 4). В последние годы по мере автомобилизации населения в условиях резкого градиента кадастровой стоимости земли усиливалась интенсивность дачного освоения и периферийных частей района.

В то же время при отдалении от Чебоксар и Новочебоксарска межсезонные различия численности населения постепенно сглаживаются. С одной стороны, сокращается интенсивность летних дачных миграций горожан, с другой стороны, возрастает доля сезонно занятых «вахтовиков» в численности всего зарегистрированного населения (из-за увеличения дефицита рабочих мест по мере усиления периферийности территорий).

«Вахтовики» из числа сельчан, в значительной мере занятые в строительной отрасли в Москве и в других крупных городах за пределами Чувашии, заметно более востребованы в тёплое время года. Вследствие этого в пределах наиболее периферийных залесённых сельских территорий на крайнем юго-западе Республики (Алатырский, Ибресинский, Шумерлинский районы, [2]) в условиях нехватки рабочих мест присутствует сезонная форма занятости мужского населения – на «вахте» в городах в летний период, в лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслях по месту проживания в зимнее время.

Таким образом, порядок различий между летним и зимним населением СНП в целом сокращается по мере усиления периферийности территорий. В свою очередь, в наиболее периферийных населённых пунктах численность зимнего населения, наоборот, может даже превышать летнее.

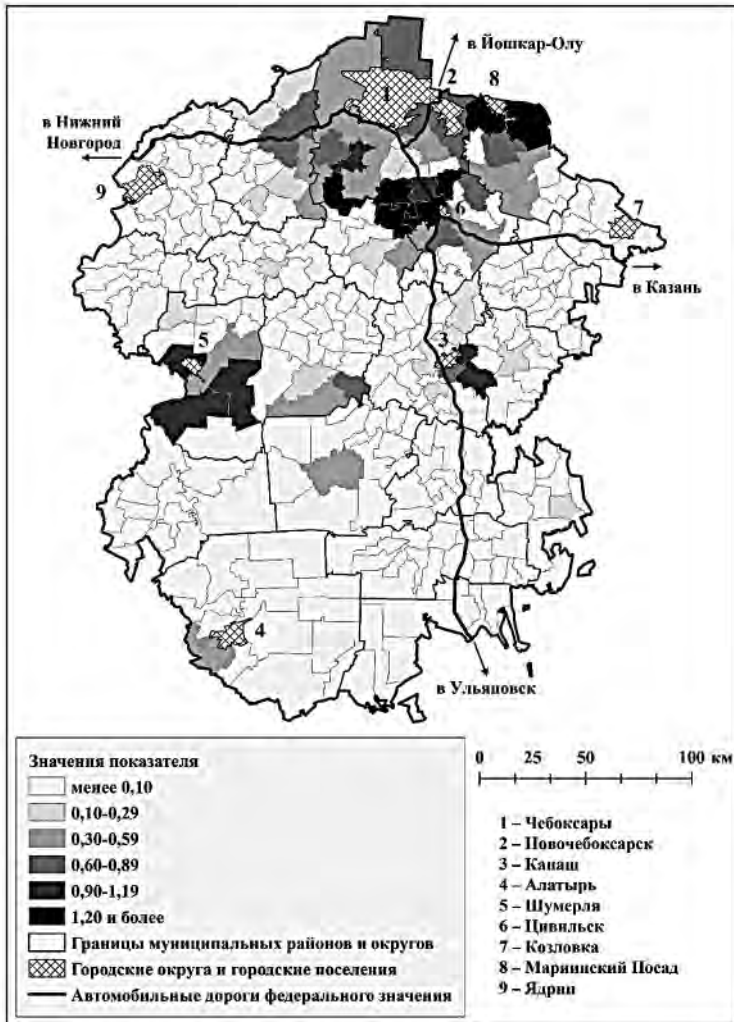


Рисунок 4 – Потенциал для сезонных дачных миграций населения по сельским поселениям Чувашии.

Расчитан показатель отношения числа участков в садовых некоммерческих и дачных товариществах к численности зарегистрированного сельского населения на 01.01.2021

Согласно результатам проведённых соцопросов сельских жителей, превышение зимнего населения над летним по причине сезонных перемещений внутри сельской местности может быть справедливым и для двух «азональных» типов сёл с преобладанием многоквартирных домов: 1) крупных пригородных сёл в Чебоксарском районе (к примеру, с. Ишлеи и с. Новое Атлашево) и предположительно некоторых сёл-райцентров (с. Янтиково).

Сезонность в хозяйственной деятельности сельских жителей наиболее ярко проявляется в сельских поселениях с преимущественно чувашским населением, наименее ярко – в деревнях, сёлах и посёлках с преобладанием русского населения на крайнем юго-западе Чувашии. Такой вывод может быть сделан исходя из предположения о наличии прямой зависимости между интенсивностью ведения ЛПХ и степенью влияния сезонного фактора на быт сельчан.

Однако различия в сезонности быта сельских жителей в пределах Чувашии выражены более слабо в сравнении с дифференциацией территории по признаку сезонности занятости сельского населения. В этом случае проявления сезонности минимальны в СНП с населением, преимущественно занятом в бюджетном секторе, а также на крупных предприятиях обрабатывающей промышленности. Наоборот, велико значение сезонности в СНП с повышенной долей занятых в растениеводстве и лесозаготовке. В наибольшей же степени сезонный характер занятости проявляется в расположенных на берегу Волги населённых пунктах со специализацией на обслуживании рекреантов на базах отдыхах и в домах отдыха, в санаториях, оздоровительных и спортивных лагерях [3]. В этом случае колебания численности занятых в течение года в них могут достигать 2–3 раз.

С целью иллюстрации выявленных различий представим оценку степени выраженности и характера воздействия сезонного фактора на социально-экономическое развитие 7 сёл различных типов, посещённых в ходе экспедиции (табл. 2). К их числу отнесём 4 села с преобладанием традиционного уклада жизни крупнейших этносов Республики (с. Ухманы и Яншихово-Норваши – чувашского, с. Стемасы – русского, с. Алтышево – мордовского) людностью около 1 тыс. чел., а также 3 СНП с многоквартирной застройкой людностью около 3 тыс. чел. (районный центр с. Янтиково, пригородное полупромышленное с. Ишлеи, пригородный агропромышленный пос. Новое Атлашево).

Таблица 2 – Оценка степени воздействия сезонного фактора на СНП

СНП	Расстояние от Чебоксар, км	Динамика людности за 1979–2021 гг. [4]	Оценки воздействия сезонного фактора на аспекты жизнедеятельности (интенсивность и направленность)		
			I	II	III
с. Ишлеи (Чебоксарский район, 3,1 тыс. чел.)	20	рост на 26,1 %	тах зимой (++)	–	+
пос. Новое Аглашево (Чебоксарский район, 3,1 тыс. чел.)	33	рост на 18,5 %	тах зимой (+)	–	+
с. Янтиково (2,9 тыс. чел.)	101	рост на 23,8 %	н/д	+	++
с. Ухманы (Канашский район, 1,1 тыс. чел.)	79	убыль на 44,4 %	тах летом (++)	++	+++
с. Яншихово-Норваши (Янтиковский район, 1,0 тыс. чел.)	98	убыль на 50,0%	тах летом (++)	++	+++
с. Алтышево (Алатырский район, 0,7 тыс. чел.)	168	убыль на 61,0 %	н/д	+++	++
с. Стемасы (Алатырский район, 1,1 тыс. чел.)	202	убыль на 49,2 %	тах летом (++)	++	++

Примечания: «I» – внутритроновые колебания численности населения, «II» – занятость сельского населения; «III» – хозяйственная деятельность (быт) сельчан; «н/д» – нет достоверных сведений; «++++» – сильное воздействие сезонного фактора, «+++» – умеренное воздействие сезонного фактора, «++» – слабое воздействие сезонного фактора, «+» – отсутствие заметного воздействия.

Выводы. По итогам экспедиции удалось выявить основные специфические особенности сезонных циклов экономики и общества республики Чувашии. Проведенные визуальные наблюдения в городских и сельских населенных пунктах, социологический опрос и интервью с жителями и специалистами стали основой для всестороннего обследования влияния сезонности на образ жизни, занятость населения, людность населенных пунктов и так далее. Основные выводы исследования представлены ниже:

1. Отмечаются сезонные различия в качестве городской среды. Показатель комфортности, измеренный с учётом сезонных особенностей, убывает к периферии исследованных городов. Комфортность сильно снижена в районах, где нарушаются принципы функционального зонирования и складывается мозаика пространств разных функций.

2. Сезонность в сельской местности обусловлена прежде всего повышенной значимостью ведения ЛПХ для самообеспечения сельских жителей Чувашии. При прочих равных условиях сезонность хозяйственной деятельности наиболее ярко проявляется в СНП с преимущественно чувашским населением, наименее ярко – с русским. Различия в сезонности повседневной деятельности сельчан в пределах Чувашии выражены значительно слабее дифференциации территории по признаку сезонности занятости постоянного сельского населения.

3. Сезонность выражена также в тематике газетных публикаций: в весенне-летний период отмечается пик статей, посвященных культурной жизни городов и районов, объявлений о вакансиях, а в осенне-зимний период – сообщений социально значимой направленности.

4. Наибольшее количество туристов посещает Чебоксары в рамках речных круизов по Волге. Это формирует ярко выраженную сезонность в туристической сфере: летом поток отдыхающих велик (основные точки притяжения – Чебоксары и Цивильск), зимой его интенсивность резко падает, главным видом транспорта становится железнодорожный.

5. Субъективно фиксируемая сезонность ярче выражена в сельской местности и малых городах Чувашии, нежели в крупных городах. Различия в восприятии людьми окружающей городской среды связаны с природными факторами: цветением растений, продолжительностью светового дня, погодой и т. д.

Список литературы

1. Аверкиева К.В. Участие горожан в развитии сельской местности: гостевые дома на Русском Севере // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020. № 2. С. 66–72.
2. Аверкиева К.В., Нефедова Т.Г. Дачная «колонизация» российской глубинки. Пример Костромской области // Мир России. Социология. Этнология. 2016. Т. 25. № 1. С. 103–128.
3. Великий П.П. Неотходничество, или лишние люди современной деревни // Социологические исследования. 2010. № 9. С. 44–49.
4. ГОРОД, РАЙОН, СТРАНА И МИР. Развитие России глазами страноведа / А. И. Трейвиш. М.: Новый хронограф, 2009. 376 с.
5. Землянский Д.Ю. Индикативный подход к оценке сезонной динамики размещения населения в России // Региональные исследования. 2011. № 3. С. 83–92.
6. Землянский Д.Ю. Сезонные ритмы социально-экономических процессов в регионах России: дисс. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ им. МВ Ломоносова, 2011.
7. Махрова А.Г. Сезонная субурбанизация в регионах России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. №4. С. 60–68.
8. Между домом... и домом. Возвратная пространственная мобильность населения России / ред. Т.Г. Нефедовой, К.В. Аверкиевой, А.Г. Махровой. М.: Новый хронограф, 2016. 504 с.
9. Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: ответы географа. М.: ЛЕНАНД, 2013. 456 с.
10. Нефёдова Т.Г., Трейвиш А.И. Между городом и деревней // Мир России. 2002. Т. 11. № 4. С. 61–82.
11. Социально-экономический атлас Чувашской Республики. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 2013. 111 с.
12. Трифонова З.А. География Чувашской Республики. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 2011. 191 с.
13. Чувашская энциклопедия: в 4 томах / В.А. Абрамов и др.; под ред. В.С. Григорьева и др. Чебоксары: Чувашское кн. изд-во, 2006.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ И РОССИЯ: ДИАЛЕКТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

*Бехтерев С.Д., Боков М.А., Горячко М.Д., Данышин А.И.,
Демидова К.В., Имангулов Л.Р., Кулаков М.М., Куксин Я.К.,
Локтионов К.С., Лукьяненко М.А., Макушин М.А., Мизинова А.Р.,
Нуждина Е.А., Перишуткина С.П., Скоков И.С.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра экономической и социальной географии России*

Дезинтеграционно-интеграционные процессы, происходящие на постсоветском пространстве, находятся в центре внимания исследователей многих наук. По мнению подавляющего числа авторов постсоветское/неоевразийское пространство можно рассматривать как уникальную «исследовательскую площадку» [1], так как, с одной стороны, это яркий пример взаимосвязи разнонаправленных процессов, а с другой – это феномен, не получивший еще в современной науке должной теоретической проработки. Взаимодействие РФ с бывшими республиками СССР на протяжении последних 30 лет отличалось цикличностью и неоднородностью, зачастую противоречивостью. Взаимозависимость и одновременно взаимосвязь бывших советских республик наложили глубокий отпечаток на характер их государственного строительства после распада СССР, динамику их социально-экономического развития, выстраивание диалога друг с другом. Взаимодействие РФ с государствами Средней Азии на протяжении последних десятилетий сопровождалось усилением военно-политических, экономических и культурных связей. Оценка сложившихся взаимосвязей Киргизии и Узбекистана с Россией в экономической и социокультурной сферах на разных территориальных уровнях с учетом естественно- и историко-географических факторов – цель осуществленной экспедиции. Исследования проводились в крупнейших городах Кыргызской Республики и Республики Узбекистан: Ош, Андижан, Наманган, Чуст, Коканд, Ангрен, Чирчик, Ташкент, Самарканд и Бухара.

В результате распада СССР в 1991 г. в Центральной Азии образовалось пять новых государств, социально-экономический уровень развития которых в 1990-е гг. резко упал: по оценкам Всемирного Банка*, в процессе восстановления уровень бедности к 2010 г. в Таджикистане составлял 50,8%, в Кыргызстане – 27,5%, в Узбекистане – 76,7%.

Одной из важнейших проблем среднеазиатских республик (включая Казахстан) является существенный рост численности населения: их доля на постсоветском пространстве по этому показателю увеличилась за период 1991 – 2021 гг. с 17,6% до 25,4%. Узбекистан – одна из самых многочисленных из анализируемых стран с населением более 35,0 млн человек (за период 1989-2021 гг. рост более, чем в 1,7 раз). Темпы роста населения Кыргызстана чуть ниже, но также превышают 1,5 раза. Это требует особого подхода к формированию всей экономики среднеазиатских государств и в частности Узбекистана и Киргизии. Гастарбайтеры из этих республик являются важной составной частью рабочей силы РФ.

С учетом растущего населения и структурных проблем в экономике Кыргызстана и Узбекистана важнейшим фактором их социально-экономического развития являются денежные переводы трудовых мигрантов, прежде всего из России (по оценкам Всемирного банка, они соответственно формируют до 25–27% и более 11% объема ВВП стран). По оценкам, 83% денежных переводов мигрантов Кыргызстана в 2021 г. были отправлены из России. На долю мигрантов из этих стран приходится около 20% от всех прибывающих в Россию из СНГ. Проведенные исследования показали, что за последние несколько лет, в том числе и по причине ковидных ограничений по передвижению, меняется состав приезжающих в Россию мигрантов: в 5 раз возросла доля прибывающих с юга Узбекистана (Сурхандарьинская и Кашкадарьинская области) и Ферганской долины (Андижанская, Наманганская и Ферганская области), то есть регионов, где уровень знания русского языка ниже, чем в центральной части страны.

В структуре экономики стран важное место занимает сельское хозяйство (до 40% занятости в Узбекистане, и около 50% – в Киргизии),

* Всемирный Банк определяет уровень бедности по доле населения, проживающей на сумму до 2 долл. США в день.

но значительное внимание уделяется развитию добывающих отраслей, энергетики, легкой промышленности и машиностроению. Узбекистан – вторая по размеру экономика Средней Азии, хотя ощутимо меньше Казахстана, но ВВП на душу населения составляет чуть больше 1,8 тыс. долл. США. Это одна из индустриально развитых республик региона, в структуре экономики которой промышленность составляет до 25%. На протяжении последних 5 лет в стране проводились структурные реформы, направленные на открытие экономики и либерализацию торговли, темпы роста сохранялись на уровне 5%. Структурные реформы обеспечили рост инвестиционной активности, в первую очередь за счет государственных инвестиций [2]. Киргизия – одна из самых бедных стран региона, в 2019 г. ВВП составил 8,5 млрд долл. США, а ВВП на душу населения – 1,31 тыс. долл. США. Основа экономики – добыча золота, на ней основываются изменения в темпах роста, а также динамика инвестиционной активности. Начавшиеся в начале 2010-х годов экономические реформы, направленные на увеличение открытости экономики, повышение доступа к капиталу, увеличение человеческого капитала, не были осуществлены в запланированном объеме в силу сложной политической обстановки в Киргизии в последнее десятилетие [2].

Важнейшим направлением структурных трансформаций в экономике и развития в целом экономического сотрудничества, является инвестиционное взаимодействие. На протяжении последних двух десятилетий объемы российских инвестиционных вложений в Узбекистан и Кыргызстан увеличивались, достигнув пиковых значений в 2017-2019 гг. Сейчас в обеих республиках инвестиционная роль России несколько снижена из-за активизации традиционно участвующих государств: Канада и Китай – в Кыргызстане, и прихода новых инвесторов: Япония, Турция, Республика Корея и Германия – в Узбекистане. В структуре российских инвестиционных вложений ведущее место занимает добывающая промышленность: нефтегазовая – в Узбекистане, золотодобывающая и нефтегазовая – в Кыргызстане.

Центральная Азия является одним из основных направлений российских инвестиций. Узбекистан и Киргизия по объемам вложений со стороны России уступают Казахстану, однако эти объемы все равно более чем значительны. За последние 20 лет и в Киргизии, и в Узбекистане наблюдался тренд увеличения интереса к зарубежному капиталу.

При этом с точки зрения динамики абсолютных показателей, эти две страны неодинаковы: при наличии общего фона, отображающего повышение иностранных инвестиций в оба государства, Киргизия отличается локальными перепадами, связанными с политической нестабильностью внутри страны (2010, 2020 гг.) Основным процесс инвестирования России в Узбекистан и Киргизию начался в первой половине 2000-х гг.: в Киргизию – в 2002–2003 гг., в Узбекистан – в 2004–2005 гг. На эти периоды для обеих стран приходятся определенные изменения в структуре зарубежных поступлений. В Киргизии начало 2000-х гг. характеризуется повышением разнородности структуры иностранного капитала: к инвесторам из Канады, работающим в золотодобывающей промышленности, добавились проекты с участием инвестиций из США и Великобритании, а впоследствии из России, Казахстана и Китая. При этом доминирования каких-то стран выделить крайне сложно (рис. 1).

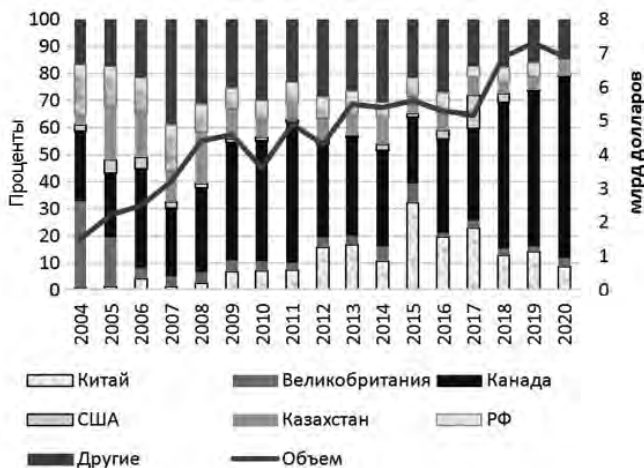


Рисунок 1 – Динамика и структура иностранных инвестиций в Киргизию, 2004–2020 гг.

В Узбекистане ситуация обратная: до 2004–2005 гг. структура поступления иностранного капитала была значительно дифференцирована – Япония, Великобритания, Германия, США, Республика Корея и др. Впоследствии на инвестиционный рынок страны вошли такие страны

как Россия (2005–2006 гг.), Китай (2008 г.), Республика Корея (с 2012 г.). За весь анализируемый период лидирующие позиции по накопленным инвестициям занимают Россия и Китай (рис. 2). Основным направлением российских инвестиций в Киргизию является топливно-энергетический комплекс: газификация территории, разработка газовых месторождений, строительство гидроэлектростанций. Китай, в сравнении, помимо нефтегазовой, энергетической и золотодобывающей отраслей активно участвует в строительстве транспортной инфраструктуры.

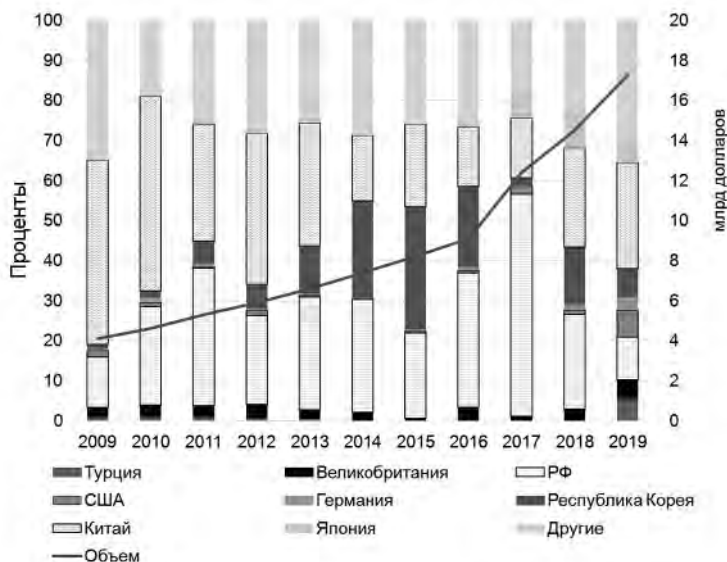


Рисунок 2 – Динамика и структура иностранных инвестиций в Узбекистан, 2004–2019 гг.

Канада исключительно инвестирует в золотодобывающую промышленность, а основным субъектом является компания Centerra Gold**.

Инвестируемые Россией направления экономики в Узбекистане отличаются от киргизских незначительно: добыча и переработка газа, строительство электростанций (ГЭС и АЭС). Китай, в свою очередь, здесь так-

** В апреле 2022 г. крупнейшее киргизское золоторудное месторождение «Кумтор» было национализировано.

же отличается большим уклоном к транспортной инфраструктуре. Так, в 2011 году при китайской финансовой поддержке была пущена в эксплуатацию высокоскоростная магистраль, соединившая столицу страны с главными историческими центрами: Самаркандом и Бухарой.

Формы инвестиционного сотрудничества России и стран Центральной Азии разнообразны, в том числе приход инвесторов на территории с льготными условиями ведения бизнеса – свободные экономические зоны. В Узбекистане наиболее масштабно российские компании присутствуют на СЭЗ «Ангрен» (строительные материалы), «Навои» (производство электроприборов, строительных материалов и переработки сельскохозяйственной продукции) и «Джизак» (совместное производство «АвтоВАЗа» с узбекским партнером «Roodell») занимается производством автомобилей.

Важнейшим для структуры экономики республик остается сельское хозяйство, которое диалектично в своем взаимодействии с Россией, как и в других отраслях. Косвенное инвестирование процессов (через покупку продукции) приводит к развитию наиболее значимых для России продовольственных отраслей. Советский период в сельском хозяйстве характеризовался, как в никакой другой отрасли, широким спектром внутрисююзного разделения труда. Этому в первую очередь способствовали агроклиматический и почвенный потенциал среднеазиатской территории, а также наличие существенного потенциала трудовых ресурсов. Возможности налаживания цепочек по обмену продукции сельского хозяйства, произведенной в Средней Азии с другими республиками СССР, позволило иметь глубокую специализацию на уникальных продуктах.

В дополнение среднеазиатские республики производили почти 90% союзного хлопка, шелка-сырца, каракуля, а также пятую часть шерсти. Республики в других частях страны, с другими условиями производства обеспечивали этот регион зерном, молоком, сахаром и рядом других сельскохозяйственных продуктов. По многим позициям выделялась Россия, как крупнейший производитель сельскохозяйственной продукции в СССР.

Распад СССР серьезнейшим образом сказался на сельском хозяйстве республик Средней Азии. Для продовольственной составляющей, бывшей до 1991 г. в основном привозной, потребовалось создать

условия собственного производства: Россия, да и все остальные республики, в тот период сами нуждались в продуктах питания, поэтому не могли помочь жителям Средней Азии. Но Российская Федерация и тогда пошла на бескомпромиссный шаг, взяв все долги СССР на себя, чем облегчила существование новых государств.

Республикам Средней Азии потребовалось определенное время, чтобы структуризировать продовольственный комплекс в сторону потребления, уменьшить площади под техническими культурами и увеличить посевы зерновых и кормовых культур, чтобы добиться увеличения производства мяса и молока. В определённой степени изменению специализации способствовала аграрная (земельная) реформа, проведенная во всех странах. Конечно, она в начальный период привела к разрыву технологических цепочек в растениеводстве и пастбищных циклов в животноводстве, но в дальнейшем поступательность реформ позволила во многом восстановить хозяйственные циклы и создать направления, которые бы позволили сочетать продовольственную значимость одних и экспортную составляющую других отраслей (табл. 1). В большинстве случаев отрасли, участвовавшие во внутрисоюзном разделении труда, стали отраслями экспортной специализации, а локальное производство стало обеспечивать внутренние потребности.

За тридцатилетний период существенно возросли (в 2–4 раза) показатели по продовольственным культурам. Максимум почти по всем позициям наблюдается в Таджикистане (зерновые – рост в 4,7 раза, овощи – 4,3 раза, мясо – 3,2 раза). По молоку лидирует Туркменистан, где рост составил 3,8 раза. Производство хлопка просело во всех республиках примерно в 2 раза, за исключением Киргизии, где оно увеличилось в 1,3 раза, но показатели производства невелики. Шерсть всё более становится востребованной в Китае, поэтому страны стараются наладить туда ее экспорт.

Особо следует сказать о производстве шерсти в Киргизии. Из всех 15 республик СССР в Кыргызстане в сельском хозяйстве преобладало животноводство, в основном за счет развития овцеводства, но в данный момент формирование этой отрасли идет по другому принципу. В советский период на 10 млн овец производилось более 39 тыс. т шерсти, сейчас на 6,2 млн овец – 13,1 тыс. т. Это означает снижение показателя продуктивности (тонкорунное овцеводство) и увеличение показателя производства баранины (грубошерстные мясные породы).

Таблица 1 – Динамика производства основных сельскохозяйственных продуктов, тыс. т

Страна	зерновые		фрукты		овощи		мясо		молоко		хлопок-волокно		хлопковое масло		шерсть	
	1992	2020	1992	2020	1992	2020	1992	2020	1992	2020	1992	2020	1992	2020	1992	2020
Киргизия	1596,1	1901,5	182,7	457,0	404,1	1102,0	227,7	238,5	961,0	1707,2	14,0	19,1	6,5	4,3	33,7	11,9
Таджикистан	271,7	1280,8	419,6	1342,1	545,3	2374,6	72,8	232,6	509,5	1031,9	174,0	114,9	47,7	16,6	3,7	7,5
Туркменистан	731,7	1533,1	354,0	683,6	313,1	678,1	98,0	302,4	471,0	1792,9	390,0	158,3	85,3	45,0	16,6	39,9
Узбекистан	2408,2	7121,5	2046,6	65824,6	5494,6	9903,7	471,1	1214,8	3597,1	10930,1	1274,0	769,2	369,0	161,6	27,4	35,1

Примечание. Составлено по: Статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН [сайт] – URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения 10.03.2022).

Следует сказать, что почти все республики нарастили свои технологические цепочки, создавая добавленную стоимость уже на основе переработки сельскохозяйственного сырья. Например, в советский период почти 2/3 хлопчатобумажной продукции производилось в Центральном районе России. Сейчас Узбекистан, как самый крупный производитель хлопка в этом регионе, стал по международной классификации потребителем хлопка-волокна, то есть, если ранее он продавал сырье, то сейчас осуществляет продажу полуфабрикатов и готовых изделий. Соотношение этих двух позиций в пользу переработки.

Водные, энергетические, транспортные и в целом хозяйственные системы некогда единого региона оказались принадлежащими разным государствам, а границы зачастую выступали до определенного времени барьерами для формирования единых экономических связей между странами. Практически все страны сформировали системы коммуникаций в пределах собственных территорий. Например, транспортная система Узбекистана: в первые десятилетия независимости развитие железнодорожной сети страны решало проблему разорванной единой сети сообщения. В 2001 г. было открыто движение поездов по новой железнодорожной линии Навои – Учкудук – Мискен – Султануисдаг – Нукус, что позволило взять на себя все объемы перевозок грузов в западной части страны, ранее осуществляемые через территорию Туркменистана (рис. 3). Также были соединены железные дороги в южной части страны, продолжена «туристская» магистраль из Бухары в Хиву, в том числе и для скоростных поездов. Важно понимать, что российские туристы составляют значительную часть всех туристов, посещающих Узбекистан.

Помимо непосредственно экономического взаимодействия стран с Россией сохраняются и культурные связи. Наши исследования показали, что последние неразрывно связаны с проблемой распространения и знания русского языка.

По данным переписи населения Узбекистана 1989 г. доля населения Узбекистана, считающего русский язык родным или свободно владеющего им, составляла 25%. При этом в городах эта цифра равнялась 40%, а в сельской местности не доходила и до 15%. До настоящего времени в школах остались учителя, получившие образование в советской школе и владеющие литературным русским языком, но их доля неуклонно снижается.

Элементы сети генерализованы
ВСМ построены по маршруту существовавшей магистрали
Строительство ВСМ: Ташкент — Самарканд: 2008 — 2011 Самарканд — Кариш: 2012 — 2015 Самарканд — Бухара: 2015 — 2016
Период постройки железных дорог: — До 1991 г. - - - После 1991 г. — ВСМ (2008—2016 гг.) - - - Строится — Разбирается
Железнодорожные станции: ● Станция государственного субъекта ● Другая ● Строится ○ Разбирается

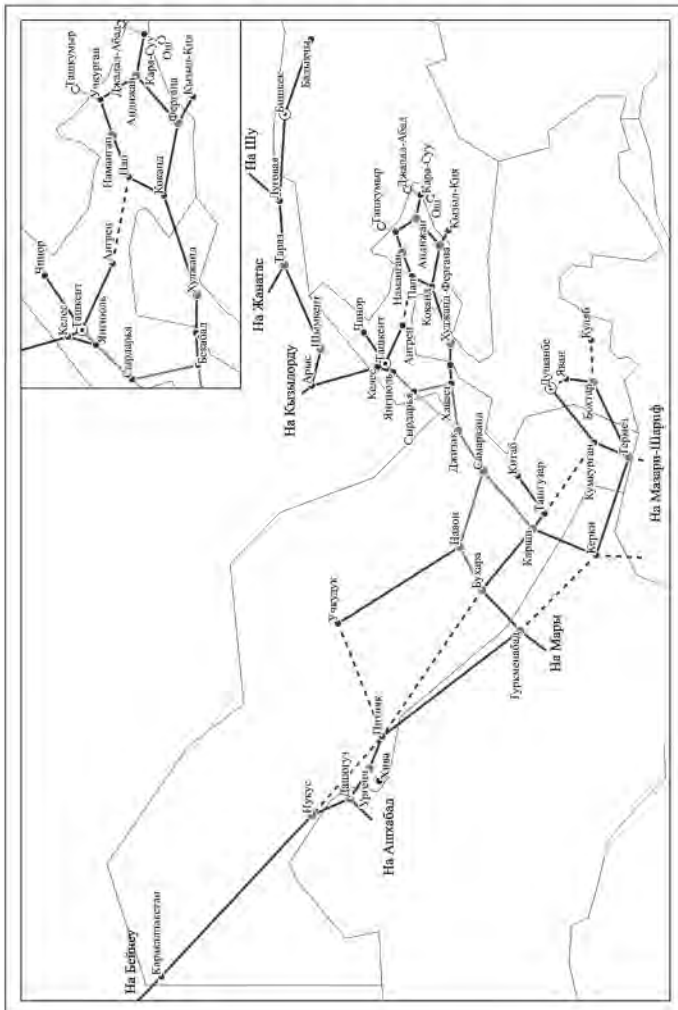


Рисунок 3 – Сеть железных дорог Узбекистана и Киргизии

В 1989 г. был принят Закон «О государственном языке», где государственным был обозначен лишь узбекский язык, что привело к снижению роли и значимости русского языка: вывески на русском языке пропали с улиц, ценники в магазинах стали писаться только на узбекском языке, русскоязычных СМИ почти не осталось, а те, что выжили, подвергались политической критике.

Период 1990-х гг. характеризовался сменой языковых ценностей: в короткий промежуток времени узбекский язык стал ведущим в экономике и культуре постсоветской республики, а русский язык, доминировавший в советское время в деловой жизни страны, практически полностью потерял свои позиции. Таким образом, русскоговорящая среда в Узбекистане испытала резкое сжатие как за счет эмиграции русскоязычного населения, так и за счет снижения воспроизводства русскоговорящей среды внутри страны.

К настоящему моменту русский язык вновь набирает популярность. Численность школьников, обучающихся на русском языке, за период 2016-2021 гг. выросла на 44% (с 445 тыс. до 640 тыс. учащихся), а численность студентов вузов, обучающихся по русскоязычным программам — в 2 раза (с 40 тыс. до 85 тыс. чел.). Родители часто отправляют детей учиться в русскоязычные школы, потому что хотят для них лучшего будущего, русский язык воспринимается как «мостик в Россию», где можно будет в дальнейшем работать. *«Все мои дети [ученики – прим. ред.] в 10 классе будут поступать в Россию, они здесь не останутся»,* – отметила учительница английского языка в школе Андижана. Если сравнивать с аналогичной ситуацией во времена СССР, когда русский язык изучался во всех школах, сейчас происходит более осознанный выбор при изучении языка, однако проблемы в преподавании остаются теми же, что и 50-60 лет назад, и даже усложняются, так как отсутствует среда, в которой дети могут практиковать язык.

Фактор среды, а точнее её отсутствия не позволяет получить полноценно высоких знаний по русскому языку. Преподавательский состав также редет с каждым годом: сильные советские учителя уходят, учителя из России приезжают редко, возникает проблема нехватки кадров. Единственной возможностью для изучения языка становится интернет-сфера, в 2013 г. 79,5% узбекских сайтов были на русском языке, основная блогосфера Узбекистана также русскоязычная.

Уровень владения русским языком является отдельной проблемой для периферийных регионов Узбекистана: после распада СССР и массовой эмиграции русского населения русскоязычная среда испытала сильное сжатие – фактор отсутствия среды не позволяет достичь высокого уровня знаний по русскому языку. Существующий совместный проект «Класс!» («Зўр!») Министерства просвещения РФ и Министерства народного образования Республики Узбекистан по привлечению выпускников и преподавателей филологических факультетов российских вузов для преподавания русского языка в узбекских школах только развивается, поэтому необходима систематизация образования на русском языке

Подводя итог, можно отметить, что сотрудничество России с Узбекистаном и Киргизией проявляется по многим направлениям социально-экономического развития, однако характер и масштабы этого взаимодействия весьма различны.

Важнейшими остаются миграционные связи: на Киргизию и Узбекистан приходится до 20% всех мигрантов, прибывающих в Россию из стран СНГ, а их денежные переводы остаются существенной долей ВВП соответствующих стран.

Усиливаются инвестиционно-экономические связи. Однако прямая ориентация вложений по большей части на топливно-энергетический комплекс создает определенные проблемы и ограничения для получения как количественной, так и качественной прибыли. Основным конкурентом России в Узбекистане и Киргизии является Китай, который, помимо добывающей промышленности, активно инвестирует в инфраструктуру, которая имеет очень важное значение как для населения, так и для государств с точки зрения развития туризма, ускорения и упрощения производственных и экономических процессов.

Одним из косвенных инвесторов в эти страны является Турция, работающая по большей части в сфере образования и легкой промышленности.

В последнее время восстановились связи России со среднеазиатскими республиками по обмену продуктами сельского хозяйства. Многие территории в республиках стали специализированными и ориентированными на российский рынок. В первую очередь это относится к овощам, винограду, бахчевым. Россия в свою очередь постав-

ляет зерно, сахар, подсолнечное масло. Конечно же Россия осталась крупным покупателем среднеазиатского хлопка, но чаще всё же уже в виде готовых изделий особенно трикотаж и текстиль. Крупнейший экспортер продукции сельского хозяйства России в регионе – Узбекистан, из общего экспорта из России (4,2 млрд долл. США), сельскохозяйственная продукция составляет 15%. Следует сказать, что внутрирегиональной конкуренции с Россией нет. Это связано и со структурой производства, и с особенностями взаимодействия республик между собой.

По расчетам Российского экспортного центра на основе перспективности стран для экспорта в разделе АПК в первой двадцатке находятся Узбекистан – на втором месте после Китая, Таджикистан – на 4-м, Киргизия – на 13-м, Туркменистан – на 19-м. В рейтинге участвовали 122 страны.

Список литературы

1. Васильева Н.А. Глобальный евразийский регион: опыт теоретического осмысления социально-политической интеграции. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2012. 57 с.
2. Expert. URL: https://raexpert.ru/researches/int_fin/central_asia_2021/ (дата обращения 22.03.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие..... 3

Зимние биогеографические исследования в Кенозерском национальном парке (Каргопольский кластер)

Емельянова Л.Г., Сапрыкин А.Д., Шамрай В.Д., Чебукова Ю.А., Брагин В.А., Воробьев К.С., Бичурин Р.Р., Водолазская П.Д., Ващенко Е.Н., Емельянов А.А., Жигарев И.В., Захаров К.В., Прохоров С.М., Ретина А.В..... 8

Геоморфологические условия и ресурсы рекреационного природопользования равнинной Абхазии

Авдонина А.М., Боголюбский В.А., Буркова А.А., Кажукало Г.А., Разумовский Р.О., Смирнова А.П., Алексеева А.И., Батаев Ю.В., Беляев В.Р., Битюков П.П., Большов С.И., Бредихин А.В., Ван В.Г., Веревкина П.К., Денисова А.П., Деркач А.А., Еременко Е.А., Журавлев П.Д., Зарецкая Н.Е., Иванов М.М., Иоч М.Э., Кирьянова О.М., Котенков А.В., Кузнецов М.А., Курепин И.В., Луговой Н.Н., Полетаева Ю.А., Посаженикова В.С., Рахимова У.Р., Смирнова В.В., Смирнова С.В., Степанов А.А., Суворов Н.В., Фоминых П.И., Фузеина Ю.Н., Хмылова М.А., Чупраков Н.Р., Шатохина В.Е., Юров Ф.Д., Яковенко А.К..... 21

Морфогенетические типы берегов Абхазии и современные тенденции развития береговой зоны

Ван В.Г., Еременко Е.А., Кажукало Г.А., Котенков А.В., Кузнецов М.А., Смирнова А.П., Смирнова В.В., Смирнова С.В., Авдонина А.М., Алексеева А.И., Батаев Ю.В., Беляев В.Р., Битюков П.П., Боголюбский В.А., Большов С.И., Бредихин А.В., Буркова А.А., Веревкина П.К., Денисова А.П., Деркач А.А., Журавлев П.Д., Зарецкая Н.Е., Иванов М.М., Иоч М.Э., Кирьянова О.М., Курепин И.В., Луговой Н.Н., Полетаева Ю.А., Посаженикова В.С., Разумовский Р.О., Рахимова У.Р., Степанов А.А., Суворов Н.В., Фоминых П.И., Фузеина Ю.Н., Хмылова М.А., Чупраков Н.Р., Шатохина В.Е., Юров Ф.Д., Яковенко А.К..... 33

Геохимический анализ снежного покрова в Таганроге

Пискунова А.А., Хребтенко А.С., Куликова А.И., Крылова А.А., Хозяинова Д.А., Нестеров А.Д., Сорокина В.Д., Безбердая Л.А., Ковач Р.Г..... 46

Пространственная изменчивость характеристик ледяного покрова Рыбинского водохранилища зимой 2022 года

Овчинникова О.В., Аверина А.А., Антипов Н.Е., Виногоров А.А., Воловдов АА., Головнин К.И., Кузнеченко И.А., Петров Н.А., Подухин С.И., Сушинцев И.М., Хорошева А.С., Ефимов В.А., Ломов В.А., Фролова Н.Л.... 56

Оценка общего содержания метана в Рыбинском водохранилище в зимний период и расчет отдельных составляющих баланса метана

Аверина А.А., Антипов Н.Е., Виногоров А.А., Воловдов АА., Головнин К.И., Кузнеченко И.А., Овчинникова О.В., Петров Н.А., Подухин С.И., Сушинцев И.М., Хорошева А.С., Ефимов В.А., Ломов В.А., Фролова Н.Л.... 71

Пространственные различия формирования зимнего стока рек Крымского полуострова

Грецулиникова М.Г., Косицкий А.Г., Григорьев В.Ю., Лукьянова А.Н., Новичихин И.В., Борисычева М.С., Иннокентьев А.И., Куликова Я.В., Салпанова В.С., Богуцкая Е.М., Жуков И.А., Айбулатов Д.Н., Школьный Д.И..... 81

Сбор полевых данных для разработки методики получения и обработки данных сверхвысокого пространственного разрешения при решении природных и социально-экономических задач

Алексеев Н.А., Медведев А.А., Кудиков А.В., Белан П.М., Бердникова Е.К., Гасанов Р.Ш., Гришин Д.А., Дразунов К.Р., Казаков И.В., Корнилов Д.А., Коротков А.С., Мишко М.Д., Мухаметшин А.Р., Щекотихин Ф.А.....91

Лавинная опасность и особенности снегонакопления на склонах г. Айкуайвенчорр и в окрестностях г. Кировска в сезоне 2021–2022 гг.

Жукова Е.Д., Иванов В.А., Викулина М.А., Иванов М.Н., Илюшин И.К., Кисляк У.А., Костенков Н.А., Кузякин Л.П., Патрикеева И.А., Платонов И.А., Пожарская А.Д., Стельмах Ю.Ю., Татаринцев И.А., Трунин Д.А.....102

Оценка структуры энергобаланса и метелевого переноса на поверхности горного ледника в сезон аккумуляции

Дроздов Е.Д., Полохов А.А., Андросова Е.Е., Артамонов А.Ю., Гвоздева А.В., Гибадуллин Р.Р., Криловец П.А., Леусенко Л.А., Мелик-Багдасарова А.С., Ярынич Ю.И., Торопов П.А.....109

Гидролого-гидрохимическая структура вод в бухтах и реках Севастополя в зимний период

Калинин М.А., Кукушкин В.М., Маслова В.С., Мухаметов С.С., Онищенко Н.А., Пилик Д.И., Поливанова Т.К.....120

Аэротехногенное загрязнение природной среды под воздействием комбината «Североникель»

Александрова Е.А., Аристархова Е.А., Бондаренко И.С., Григорян А.Г., Жидовцева С.А., Житцова Е.Ю., Журавлев В.А., Кадыгроб К.А., Катаева В.Д., Липовецкая М.А., Лужков Р.С., Роскошный Д.Я., Сергеева Е.О., Суязова С.К., Воробьевская Е.Л., Седова Н.Б.....129

Сравнительная оценка экологических и культурных функций разных типов жилой застройки г. Ташкента

Харитоновна Т.И., Мерекалова К.А., Тихонов А.С., Анзорова М.А., Андреев Р.А., Новиков А.Д., Шилков К., Кондратин Г.Д., Петричко Б.Е., Сафаров Э.Д., Хайитмуродов А.О., Мингалиев Р.О.....138

Зимнее состояние природных комплексов для обоснования организации мониторинга полигона «way carbon» Чеченской республики

Петрушина М.Н., Мироненко И.В., Филь П.П., Авдеева Д.А., Байда А.В., Бондаренко М.В., Вульвач В.Н., Гаврик Ю.А., Коняева О.М., Макарова Е.А., Македонский Д.Д., Моисеев А.И., Мухаметзянов А.А.....150

Оползневые ландшафты на территории большого Севастополя: индикаторы состояния и мероприятия по управлению рисками

Вьюшкова И.В., Котельникова В.Д., Кузьмичев И.С., Симонова А.А., Скроб П.В., Чульжанова И.А., Медведков А.А., Петров Л.А., Банчева А.И.162

Зимняя Чувашия: центр-периферийные проявления сезонности

Балабан М.О., Галкин Р.В., Греля Н.К., Жуковский Е.Д., Колдобская Н.А., Крутов О.Д., Протопопов И.С., Прусихин О.Е., Трухин А.Ю., Черепанова Е.А., Чучкалов А.С.174

Средняя Азия и Россия: диалектика взаимодействия

Бехтерев С.Д., Боков М.А., Горячко М.Д., Даньшин А.И., Демидова К.В., Имангулов Л.Р., Кулаков М.М., Куксин Я.К., Локтионов К.С., Лукьяненко М.А., Макушин М.А., Мизинова А.Р., Нуждина Е.А., Периуткина С.П., Скоков И.С.189