ISSN 0869-6071

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

ИЗВЕСТИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Том 156, номер 1
январь – февраль
2024

300 лет Российская Академия Наук

НАУКА
1727

СОДЕРЖАНИЕ

Том 156, номер 1, 2024

Послеледниковые тектонические уступы на дне Ладожского озера
В. М. Анохин, Д. С. Дудакова 3

Геоинформационный анализ ландшафтного покрова северных районов Иркутской области и его изменений под воздействием пожаров
И. Н. Биличенко, Е. А. Распутина 16

Специфика развития смыва почв при весеннем снеготаянии на пашне северной зоны красноярской лесостепи
И. А. Голубев, О. И. Иванова 29

Географический след Северной экспедиции 1905 года: историческое и современное значение
Ю. В. Дворников, Л. А. Нестерова 48

Визуальное загрязнение парковых зон городов на примере природного заказника «Воробьевы горы» в Москве
Л. Е. Лукьянов, Т. М. Красовская 60

Этнодемографические процессы в Крыму в начале XXI века
А. Г. Манаков, Н. К. Теренина 77

CONTENT

Volume 156, No. 1, 2024

Tectonic Ledges at the Ladoga Lake Bottom
V. M. Anokhin, D. S. Dudakova 3

Geoinformation Analysis of the Vegetation Cover of the Northern Regions of the Irkutsk Region and its Changes Under the Impact of Fires
I. N. Bilichenko, E. A. Rasputina 16

The Specifics of тhe Development of Soil Flushing During Spring Snowmelt in the Arable Land of the Northern Zone of the Krasnoyarsk Forest-Steppe
I. A. Golubev, O. I. Ivanova 29

Geographical Trace of the Yenisei Expedition of 1905: Historical and Modern Significance
Yu. V. Dvornikov, L. A. Nesterova 48

Visual Pollution in Urban Parks Areas: a Case Study of Vorobyovy Gory Nature Reserve in Moscow
L. E. Lukianov, T. M. Krasovskaia 60

Ethnodemographic Processes in Crimea at the Beginning of the 21 Century
A. G. Manakov, N. K. Terenina 77

УДК 551.24/432/462

ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСТУПЫ НА ДНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

© 2024 г. В. М. Анохин[a, b, c, *], Д. С. Дудакова[a, **]

[a] *Институт озероведения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербург, Россия*

[b] *Российский Государственный Педагогический Университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия*

[c] *Ленинградский Государственный Университет им. А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, Россия*

**E-mail: vladanokhin@yandex.ru*

***E-mail: judina-d@yandex.ru*

Поступила в редакцию 20.03.2023 г.
После доработки 22.03.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Последние несколько лет Институт озероведения РАН проводит геологические и геоморфологические исследования дна Ладожского озера. Начиная с 2018 г. в этих исследованиях стали использоваться подводные фото- и видеокамеры, созданные в ИНОЗ РАН. Использование этого нового исследовательского инструмента привело к открытию ряда новых фактов о структуре дна Ладожского озера. В частности, на дне северной части Ладожского озера обнаружены три субвертикальных уступа, сложенных коренными породами, высотой до 70–100 метров. По ряду признаков (коренной состав пород), морфологии (высокие субвертикальные линейно вытянутые уступы) и пространственному соответствию известным зонам разломов, данные уступы могут быть признаны морфологическими выражениями тектонических объектов – разломов предположительно сбросового типа. По отсутствию на блоках коренных пород видимых следов гляциальной обработки можно предположить голоценовый возраст образования этих уступов и, соответственно, существование современных активных тектонических движений в районе Ладожского озера.

Ключевые слова: донный рельеф, подводная фотовидеосъемка, уступ, тектоника, дизъюнктивная сеть, Голоцен

DOI: 10.31857/S0869607124010015, **EDN**: OCXKLH

ВВЕДЕНИЕ

Морфология дна Ладожского озера, самого большого озера в Европе, изучается много лет. В этих исследованиях участвовал ряд организаций, в числе которых значительный вклад внесли Всероссийский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), НПО «Севзапгеология», ВНИИОкеангеология, Институт озероведения (ИНОЗ) РАН, Арктический и Антарктический институт (АНИИ), Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Институт геологии Карельского научного центра РАН, Институт водных проблем РАН и многие другие.

Результаты исследований были опубликованы в многочисленных статьях и монографиях, в частности, таких, как работы С.В. Калесника [18], Г.С. Биске и др. [11],

Б.И. Кошечкина [19], А.В. Амантова [1, 2, 3], А.Д. Лукашова [23], А.П. Светова и Л.П. Свириденко [29], сборник ВНИИОкеангеология «Геоэкология Ладожского озера» [13], сборник под редакцией Г.С. Бискэ [21], один из томов многотомника «Истории озер СССР», посвященный Ладожскому озеру [17], ряд монографий и атласов, созданных ИНОЗ РАН, в т. ч. [20, 22], геоморфологическая и тектоническая схемы из комплекта ГГК-1000 [14], и другие работы, в т. ч. М.А. Науменко [24], Aksenov et. al. [32] и Lebas et. al. [33]. Авторы также имеют ряд публикаций, относящихся к данной теме [4–8, 15, 16, 27, 31].

Несмотря на большой объем накопленного материала, последующие исследования, проводимые с применением новых инструментов, зачастую приводят к обнаружению новых данных о строении дна Ладоги.

Последние несколько лет Институт озероведения РАН (ИНОЗ РАН) проводит геологические и геоморфологические исследования дна Ладожского озера. Начиная с 2018 г. в этих исследованиях стали использоваться подводные фото- и видеокамеры, созданные в ИНОЗ РАН. Благодаря использованию этого нового исследовательского оборудования были обнаружены несколько интересных фактов строения дна, в частности, в северной части озера камера зафиксировала несколько подводных субвертикальных уступов, сложенных коренными породами, высотой в несколько десятков метров.

Данная публикация имеет основной целью охарактеризовать это явление, высказать предположения о его возрасте и генезисе, поскольку любые процессы, происходящие в Ладожском озере, влияют на качество его воды и нуждаются в идентификации, оценке и наблюдении.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА

Дно Ладожского озера (рис. 1) имеет довольно сложный рельеф, особенно в своей северной части, расположенной в пределах Балтийского кристаллического щита. Рельеф дна здесь имеет высокую степень расчлененности (перепады глубин 100–200 м) и характеризуется преобладанием линейновытянутых форм рельефа в основном северо-западного простирания. Все найденные субвертикальные уступы расположены в северной части озера, с высокой расчлененностью рельефа дна.

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

Описываемые уступы были обнаружены в процессе ландшафтных донных исследований при подводной фотовидеосъемке дна с помощью подводного аппарата “Limnoscout-230”, сконструированного в ИНОЗ РАН специально для применения в Ладожском озере (рис. 2).

Этот аппарат имеет ряд конструктивных особенностей, которые позволяют ему успешно (впервые в истории) осуществлять фотовидеосъемку дна Ладоги. Эти особенности перечисляются ниже:

- расчетная глубина погружения – 300 м и более;
- рабочая скорость буксировки 1–2 км/ч;
- высокое разрешение камер позволяет выделять мелкие детали рельефа, геологические образования, элементы биоты и т. д.;

Рис. 1. Обзорная схема района исследований. Красный контур соответствует схеме на рис. 3.

Fig. 1. Overview scheme of the study area. The red contour corresponds to the diagram in fig. 3.

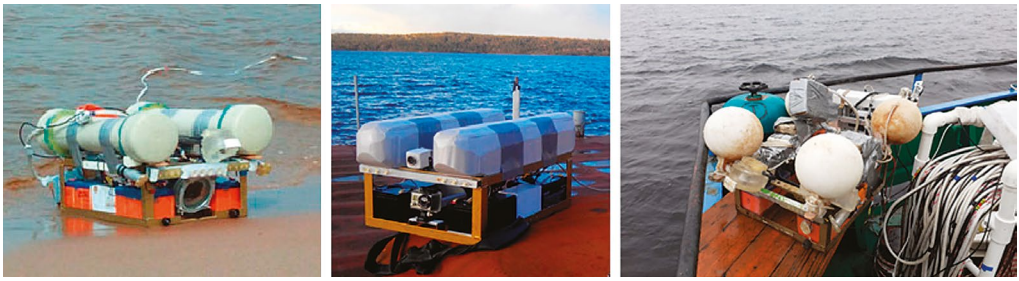

Рис. 2. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат “Limnoscout-230” в различных модификациях 2018–2020 гг.

Fig. 2. Underwater vehicle “Limnoscout-230” in various modifications 2018–2020.

• система подсветки настраивается и позволяет работать с водой повышенной мутности;

• усиленная металлическая рамная конструкция в совокупности с установкой основных функциональных узлов аппарата на упругих элементах позволяют выдерживать столкновения со скальными выходами и каменистыми обломками на рабочих скоростях;

• наличие эффективной системы освобождения из рыболовных сетей;

- высокая устойчивость на рабочих скоростях;
- возможна работа с корабля, катера или автономно;
- высокая мобильность и ремонтопригодность [15].

Аппарат буксировался на высоте около 0.5 м над дном вкрест простирания структур рельефа. При столкновении с уступом в нижней его части аппарат начинал подъем с одновременной фотовидеосъемкой уступа. При этом буксировочный катер стоял на одном месте, а камера поднималась вертикально вверх с глубин около 100–120 м до глубин 20–30 м при непрерывном визуальном контакте с уступом. Во время подъема камера фиксировала вертикальную стенку, сложенную коренными породами, иногда с отрицательными углами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Все обнаруженные уступы расположены в северной части озера, в 3-х районах: на борту впадины вблизи г. Питкяранта, на склоне островной гряды Мустасаари и на западном подводном склоне острова Валаам (рис. 3).

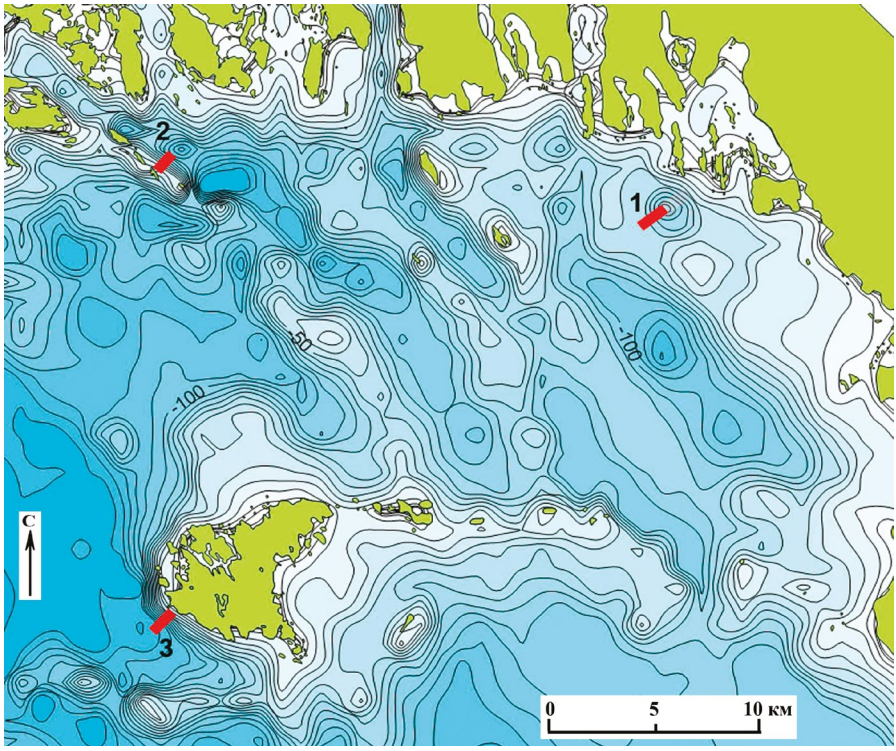

Рис. 3. Положение профилей донной фотовидеосъемки, обнаруживших субвертикальные уступы, на батиметрической схеме северной части Ладожского озера (батиметрия построена на основе цифровой модели рельефа С.Н. Юдина и Д.С. Дудаковой [16], изобаты через 10 м). 1 – профиль в районе Питкяранта, 2 – профиль в районе Мустасаари, 3 – профиль в районе Валаам.

Fig. 3. Position of profiles of bottom photo-video surveys, which revealed subvertical ledges, on the bathymetric scheme of the northern part of Lake Ladoga (bathymetry was built on the basis of a digital relief model by S.N. Yudin and D.S. Dudakova, isobaths every 10 m). 1 – profile in the Pitkäranta region, 2 – profile in the Mustasaari region, 3 – profile in the Valaam region.

На рис. 4 представлены фотографии обнаруженных уступов в границах площади захвата фотокамеры. Схожие картины наблюдались и фиксировались на протяжении всего подъема камеры с глубин, превышающих 100 м до 20–30 м.

На фотографиях можно видеть обнажающиеся в субвертикальном уступе коренные породы, разбитые на блоки системами трещин. Блоки имеют острые края без следов обработки волновыми процессами. Следов ледниковой обработки также не обнаружено.

На рис. 5 изображены профили, построенные поперек всех трех уступов на основании комбинированных данных эхолота и спутникового позиционирования контактов аппарата со стенкой.

На рис. 5а показан профиль дна в районе ЮЗ склона подводной долины около о. Мустасаари. На этом профиле можно видеть ступенчатый склон с двумя субвертикальными стенками, нижней высотой до 50 м (глубины 100–150 м) и верхней высотой 20 м (глубины 70–90 м). Кроме того, ближе к берегу имеется впадина с корытообразным поперечным профилем глубиной 30 м (глубины 40–70 м) с весьма крутыми склонами, 50–70°.

ЮЗ склон о. Валаам (рис. 5б) представлен серией субвертикальных уступов с высотами до 10 м, разделенных субвертикальными провалами, общей высотой около 100 м. Суммарный уклон в наиболее крутой части склона составляет около 90°.

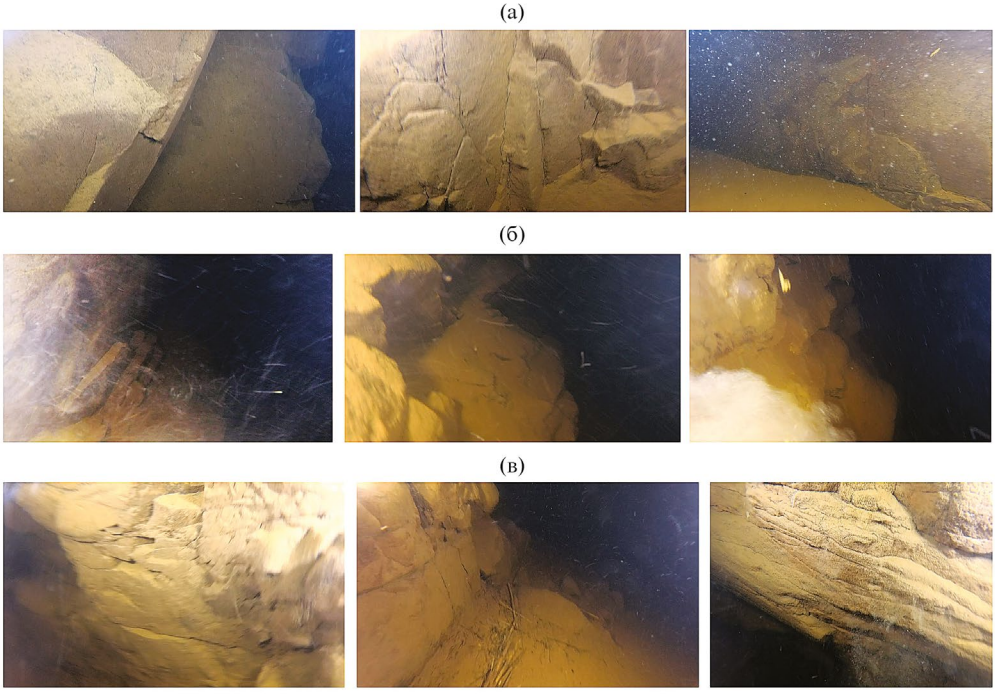

Рис. 4. Фотографии фрагментов субвертикальных уступов. а – в районе Питкяранта, б – в районе Мустасаари, в – в районе Валаам.

Fig. 4. Photographs of fragments of subvertical ledges. (а) – in the Pitkäranta region, (б) – in the Mustasaari region, (в) – in the Valaam region.

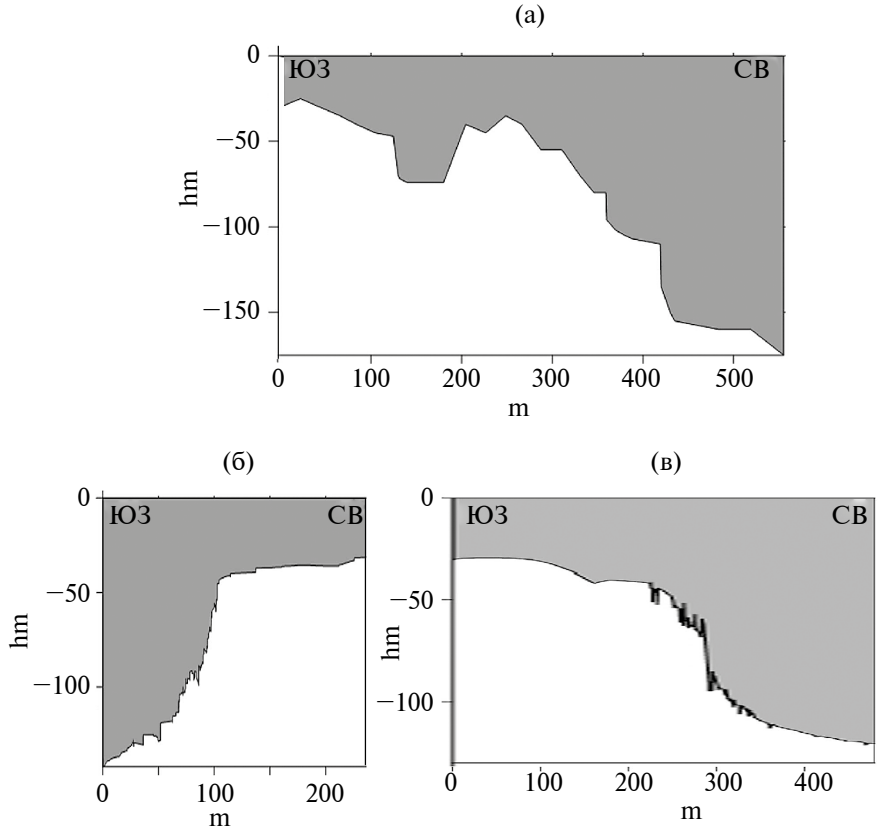

Рис. 5. Поперечные профили дна в районах субвертикальных уступов. а –Мустасаари, б – Валаам, в – Питкяранта.

Fig. 5. Transverse profiles of the bottom in the areas of subvertical ledges. (а) – Mustasaari, (б) – Valaam, (в) – Pitkyaranta.

На профиле Питкяранта (рис. 5В) виден ЮЗ борт небольшой протяженной впадины СЗ простирания, СВ борт которой имеет довольно пологий уклон, а представленный на рис. 5а ЮЗ борт представляет собой отвесный уступ общей высотой около 70 м; собственно отвесная часть имеет высоту 30 м. К подножию на глубине около 125 м уступ выполаживается, вероятно, за счет коллювиальной осыпи, при сочленении с ровным дном угол не превышает 10°. В верхней части выполаживание уступа происходит в виде ступеней, разделяемых провалами с вертикальными стенками глубиной до 10 м.

Размеры и форма всех трех уступов свидетельствуют об их тектоническом происхождении.

ОБСУЖДЕНИЕ

При сопоставлении пространственного положения обнаруженных уступов с существующими тектоническими схемами, обнаруживается их хорошее совпадение по позиции и простиранию с известными зонами разломов (рис. 6).

При сопоставлении пространственного положения обнаруженных уступов с существующими батиметрическими картами обнаружено их совпадение с линейно-вытянутыми склонами СЗ простирания на бортах впадин, которые, считаясь крутыми, не превышают по уклону 40–50°. По всей вероятности, обнаруженные уступы соответствуют по простиранию этим склонам и могут быть трассированы вдоль них.

Сведения о тектоническом строении шхерного района Северного Приладожья и, в частности, о признаках неотектонических движений на участках вблизи описываемых профилей приведены в публикациях Л.П. Свириденко, А.П. Светова (2008). При детальных исследованиях, выполненных указанными авторами, на береговых уступах о. Валаам выявлены многочисленные признаки разломообразования: зоны милонитизации, катаклаза, зеркала скольжения. Здесь также зафиксированы зияющие трещины с расхождением стенок на 0.5–1.5 м, вертикальные блоковые перемещения, сопровождаемые малоамплитудными сдвиговыми дислокациями. На других островах Валаамского архипелага установлена амплитуда вертикального перемещения блоков в первые десятки метров. В работе приводятся данные по сейсмодислокациям, отмечены эпицентры землетрясений на острове Валаам, а также на островах гряды Маркатсимансаари-Мустасаари.

На тектонической схеме из комплекта Государственной геологической карты 1 : 1 000 000 [14] в районе обнаруженного нами уступа у г. Питкяранта отмечаются мощные зоны катаклаза, что также является признаком разломообразования.

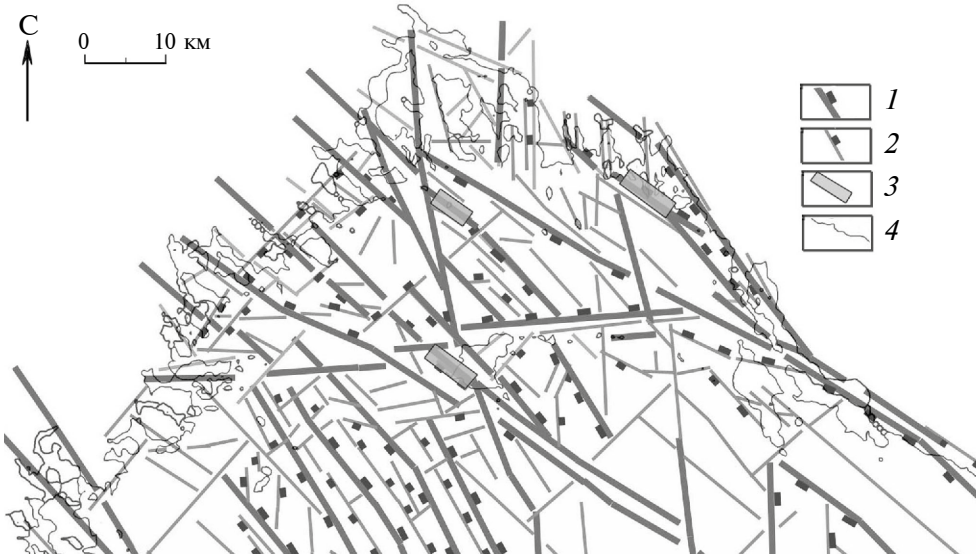

Рис. 6. Положение изучаемых субвертикальных уступов в сети разломов северной части Ладожского озера (рисовка сети разломов – В.М. Анохин и др. [8], с использованием [1, 27]: *1* – разломы 1-го порядка с указанием направления сброса, *2* – разломы 2-го порядка с указанием направления сброса, *3* – положение изучаемых уступов, *4* – береговая линия.

Fig. 6. The position of the studied subvertical ledges in the fault network of the northern part of Lake Ladoga (drawing of the fault network by V.M. Anokhin et al. [8], using [1, 27]: *1* – faults of the 1st order with indication of the direction of fault, *2* – faults of the 2nd order with indication of the direction of fault, *3* – position of the studied ledges, *4* – coastline.

Результаты сейсмологических и палеосейсмологических исследований говорят о существенной сейсмической активности в районе Ладожского озера в голоценовое время, включая исторический период [9, 10, 12, 26, 30].

Обобщая вышеизложенное, можно сказать следующее. По составу (коренные породы), морфологии (высокие субвертикальные линейно вытянутые уступы) и пространственному соответствию известным зонам разломов и явлениям, связанным с разломообразованием, данные уступы могут быть признаны морфологическими выражениями тектонических объектов – разломов существенно сбросового типа. Отсутствие на блоках коренных пород видимых следов гляциальной обработки может говорить об очень молодом, послеледниковом возрасте образования этих уступов и, соответственно, о довольно мощных голоценовых тектонических движениях в районе Ладожского озера.

О возможности существования подобных уступов на дне северной части Ладожского озера писали несколько авторов [1, 25, 28]. Однако в перечисленных публикациях речь шла о единичных уступах высотой до нескольких десятков метров и с уклонами склонов до 60°. Действительно, примененные в этих исследованиях геофизические методы исследования дна не позволили обнаружить вертикальные стенки. Эхолотное профилирование дна, многократно проведенное авторами поперек обнаруженных уступов, также не дало значимых результатов – над вертикальной стенкой эхолоты 2-х разных типов показали лишь зоны потери корреляции. Таким образом, лишь визуальное изучение дна с помощью подводного аппарата позволило увидеть реальную картину наличия на дне Ладожского озера ряда крупных молодых тектонических уступов. В дальнейшем это изучение будет продолжено, в том числе в районах, где возможно обнаружение новых уступов, или иных геоморфологических объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов данного исследования авторы сочли себя вправе сделать несколько следующих выводов:

- на дне северной части Ладожского озера с помощью подводной фотовидеосъемки обнаружены три субвертикальных уступа, сложенных коренными породами, высотой до 70–100 м;
- по составу (коренные породы), морфологии (высокие субвертикальные линейновытянутые уступы) и пространственному соответствию известным зонам разломов, данные уступы могут быть признаны морфологическими выражениями тектонических объектов – разломов предположительно сбросового типа;
- по отсутствию на блоках коренных пород видимых следов гляциальной обработки можно предположить голоценовый возраст образования этих уступов и, соответственно, существование современных активных тектонических движений в районе Ладожского озера.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амантов А.В.* Геология дочетвертичных образований и тектоника Ладожского озера // Региональная геология и металлогения. 2014. № 58. С. 22–32.

2. *Амантов А.В.* Этапы геологического развития Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. СПб.: Русское географическое общество, 1993. С. 5–13.

3. *Амантов А.В., Амантова М.Г.* Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения. 2014. № 59. С. 5–14.

4. *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О.* Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата // Геоморфология. 2019. № 1. С. 25–38. https://doi.org/10.31857/S0435-42812019125-37

5. *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015–2019 гг. // Материалы Международной конференции (Школы) морской геологии. М.: ИОРАН, 2019. С. 23–26.

6. *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами // Известия РГО. 2016. Т. 148. Вып. 2. С. 44–51.

7. *Анохин В.М., Науменко М.А., Субетто Д.А., Нестеров Н.А., Рыбакин В.Н.* Особенности геоморфологического строения дна Ладожского озера // География: развитие науки и образования: коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXXI Герценовские чтения. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. Т. 1. С. 442–448.

8. *Анохин В.М., Петухов С.И., Науменко М.А.* Сеть разломов дна Ладожского озера // Геология морей и океанов: материалы XXIV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. М.: ИОРАН, 2021. Т. 4. С. 180–185.

9. *Ассиновская Б.А.* Сейсмические события на Ладоге в XX веке // Известия РГО. 2005. Т. 137. Вып. 4. С. 70–76.

10. *Ассиновская Б.А., Карпинский В.В.* Ладожские сейсмические явления. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2020. 46 с.

11. *Биске Г.С., Лукашов А.Д., Экман И.М.* Ладожское озеро: Развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины. Петрозаводск: Карелия, 1978. 205 с.

12. *Биске Ю.С., Сумарева И.В., Шитов М.В.* Позднеголоценовое сейсмическое событие в юго-восточном приладожье I Принципы исследования и деформационные текстуры // Вестник СПБГУ. Сер. 7. 2009. Вып. 1. С. 18–26.

13. Геоэкология Ладожского озера / под ред. В.Л. Иванова, В.И. Гуревича. СПб.: ВНИИ-Океангеология, 1995. 210 с.

14. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 1 000 000. Листы P-35,36. Третье поколение. Балтийская серия. СПб.: ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2015.

15. *Дудакова Д.С., Анохин В.М., Дудаков С.М.* Использование необитаемого подводного аппарата для исследования бентофауны сублиторали и абиссали Ладожского озера // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование» – MARESEDU (Москва, 28–31 октября 2019). М.: ИОРАН, 2019. Т. 2. С. 420–423.

16. *Дудакова Д.С., Юдин С.Н.* Цифровая модель подводных ландшафтов Ладожского озера как источник интегрированной информации о состоянии дна // Геоморфология. 2022. № 2. С. 13–26. https://doi.org/10.31857/S0435428122020055

17. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки (Серия: История озер СССР) / под ред. Д.Д. Квасова, Г.Г. Мартинсона, А.В. Раукас. Л.: Наука, 1989. 280 с.

18. *Калесник С.В.* Ладожское Озеро. Система Великих озер Европы. Бассейн Ладожского озера. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 149 с.

19. *Кошечкин Б.И.* Голоценовая тектоника восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1979. 158 с.

20. Ладога / под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.

21. Ладожское озеро (развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины) / под ред. Г.С. Бискэ. Петрозаводск: Карелия, 1978. 208 с.

22. Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / под ред. В.А. Румянцева, А.И. Сорокина, Н.А. Нестерова. СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.

23. *Лукашов А.Д.* Геодинамика новейшего времени // Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления / под ред. Н.В. Шарова. Петрозаводск, 2004. С. 150–191.

24. *Науменко М.А.* Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 1. С. 62–72. https://doi.org/10.15356/0373-2444-2013-1-62-72

25. *Науменко М.А., Гузиватый В.В., Нестеров Н.А., Субетто Д.А.* Морфометрические особенности подводного склона юго-западной части острова Валаам // Доклады Академии наук. 2019. Вып. 486. № 3. С. 103–106. https://doi.org/10.31857/S0869-56524863371-374

26. *Никонов А.А.* Восточно-Ладожское землетрясение 30 ноября 1921 года // Физика Земли. 2005. № 7. С. 1–5.

27. *Петухов С.И., Анохин В.М., Науменко М.А.* Первый опыт морфотектонического моделирования района Ладожского озера // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. С. 147–151.

28. *Румянцев В.А., Рыбакин В.Н., Токарев И.В.* Распространение вод притоков и подземных вод в Ладожском озере по данным изотопных индикаторов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2017. № 48. С. 94–109.

29. *Свириденко Л.П., Светов А.П.* Валаамский силл габбро-долеритов и геодинамика котловины Ладожского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 125 с.

30. *Шитов М.В., Биске Ю.С., Сумарева И.В.* Позднеголоценовое сейсмическое событие в юго-восточном приладожье II Параметры // Вестник СПБГУ. Сер. 7. 2010. Вып. 3. С. 18–26.

31. *Anokhin V., Dudakova D., and Dudakov M.* Tectonic ledges at the bottom of Lake Ladoga // EGU General Assembly – EGU21-1789. 2021 (online, April 19–30, 2021). https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-1789, 2021

32. *Aksenov A.O., Rybalko A.E., and Naumenko M.A.* Geomorphology of Lake Ladoga basin // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 4. P. 492–494. https://doi.org/10.31951/2658-3518-2020-A-4-492

33. *Lebas E., Gromig R., Krastel S., Wagner B., Fedorov G., Gortz C., Averes T., Subetto D., Naumenko M., and Melles M.* Pre-glacial and post-glacial history of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia – Evidence from Lake Ladoga // Quaternary Science Reviews. 2021. V. 251. P. 1–17. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106637

Tectonic Ledges at the Ladoga Lake Bottom

V. M. Anokhin[1, 2, 3, *], D. S. Dudakova[1, *]

[1]*Institute of limnology RAS, Saint-Petersburg, Russia*
[2]*Herzen state pedagogical university, Saint-Petersburg, Russia*
[3]*Pushkin Leningrad State University, Saint-Petersburg, Russia*
**E-mail: vladanokhin@yandex.ru*
***E-mail: judina-d@yandex.ru*

Abstract – For the past few years, the Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences has been conducting geological and geomorphological studies of the bottom of Lake Ladoga. Starting from 2018, underwater photo and video cameras developed at the Institute began to be used in these studies. The use of this new research tool led to the discovery of a number of new facts about the structure of the bottom of Lake Ladoga. In particular, at the bottom of the northern part of Lake Ladoga, three subvertical ledges were found, composed of bedrock, up to 70–100 meters high. According to a number of features, such as the bedrock composition of rocks, morphology and spatial correspondence to known fault zones, these ledges can be recognized as morphological expressions of tectonic objects – faults of presumably fault type. The absence of visible traces of glacial processing on the bedrock blocks suggests the Holocene age of the formation of these ledges and, accordingly, the existence of modern active tectonic movements in the area of Lake Ladoga.

Keywords: bottom relief, Lake Ladoga, remote-controlled uninhabited underwater vehicle, underwater photo and video recording, ledge, bedrock, fault

REFERENCES

1. Amantov A.V. Geologija dochetvertichnyh obrazovanij i tektonika Ladozhskogo ozera // Regional'naja geologija i metallogenija. 2014. № 58. P. 22–32.

2. Amantov A.V. Jetapy geologicheskogo razvitija Ladozhskogo ozera // Jevoljucija prirodnyh obstanovok i sovremennoe sostojanie geosistemy Ladozhskogo ozera. St. Petersburg: Russkoe geograficheskoe obshhestvo, 1993. P. 5–13.

3. Amantov A.V., Amantova M.G. Razvitie kotloviny Ladozhskogo ozera s pozicij lednikovoj teorii // Regional'naja geologija i metallogenija. 2014. № 59. P. 5–14.

4. Anokhin V.M., Dudakova D.S., and Dudakov M.O. Geomorphology and typification of the shores of Lake Ladoga according to the data of the unmanned aerial vehicle survey // Geomorphology. 2019. № 1. P. 25–38. (in Russ.) https://doi.org/10.31857/S0435-42812019125-37

5. Anohin V.M., Dudakova D.S., Dudakov M.O. and Rybakin V.N. The results of geological and geomorphological studies of the bottom and shores of Lake Ladoga in 2015–2019 // Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii (Shkoly) morskoy geologii. Moscow: IORAN (Publ.), 2019. P. 23–26.

6. Anohin V.M., Naumenko M.A., and Nesterov N.A. Relief of the bottom of Lake Ladoga and its connection with disjunctive // Izvestiya RGO. 2016. V. 148. № 2. P. 44–51. (in Russ.)

7. Anohin V.M., Naumenko M.A., Subetto D.A., Nesterov N.A., and Rybakin V.N. Features of the geomorphological structure of the bottom of Lake Ladoga. Geografiya: razvitiye nauki i obrazovaniya: kollektivnaya monografiya po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii LXXI Gertsenovskiye chteniya. St. Petersburg: RGPU im. A.I. Gertsena (Publ.), 2018. № 1. P. 442–448. (in Russ.).

8. Anohin V.M., Petuhov S.I., Naumenko M.A. Set' razlomov dna Ladozhskogo ozera // Geologija morej i okeanov: materialy XXIV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Shkoly) po morskoj geologii. Moscow: IORAN, 2021. V. IV. P. 180–185.

9. Assinovskaja B.A. Sejsmicheskie sobytija na Ladoge v XX veke // Izvestija RGO. 2005. V. 137. № 4. P. 70–76.

10. Assinovskaja B.A., Karpinskij V.V. Ladozhskie sejsmicheskie javlenija. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2020. 46 p.

11. Biske G.S., Lukashov A.D., Jekman I.M. Ladozhskoe ozero (razvitie rel'efa i usloviya formirovaniya chetvertichnogo pokrova kotloviny) Ladoga Lake (Development of relief and conditions for the formation of the quaternary cover of the basin). Petrozavodsk: Karelia (Publ.), 1978. 208 p.

12. Biske Ju.S., Sumareva I.V., Shitov M.V. Pozdnegolocenovoe sejsmicheskoe sobytie v jugo-vostochnom priladozh'e I Principy issledovanija i deformacionnye tekstury // Vestnik SPBGU. Series 7. 2009. № 1. P. 18–26.

13. Geoekologiya Ladozhskogo ozera. Ivanov V.L., Gurevich V.I. (Eds.) (Geoecology of Lake Ladoga). St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya (Publ.), 1995. 210 p.

14. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF m-ba 1 : 1 000 000. Listy R-35,36. Geomorfologicheskaya skhema. Tret'e pokolenie. Baltijskaya seriya (State geological map of the Russian Federation scale 1 : 100 000. sheets P-35, 36. Geomorphological scheme. Third generation. Baltic series). St. Petersburg: FGBU VSEGEI (Publ.), 2015.

15. Dudakova D.S., Anokhin V.M., Dudakov S.M. The use of an uninhabited underwater vehicle for the study of the benthic fauna of the sublittoral and profundal areas of Lake Ladoga // Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Morskie issledovaniya i obrazovaniye" – MARESEDU. (Moscow, October 28–31, 2019). Moscow: IORAN (Publ.), 2019. P. 420–423.

16. Dudakova D.S., Judin S.N. Cifrovaja model' podvodnyh landshaftov Ladozhskogo ozera kak istochnik integrirovannoj informacii o sostojanii dna // Geomorfologija. 2022. № 2. P. 13–26. https://doi.org/10.31857/S0435428122020055

17. Istorija Ladozhskogo, Onezhskogo, Pskovsko-Chudskogo ozer, Bajkala i Hanki (Serija: Istorija ozer SSSR) / pod red. Kvasov D.D., Martinson G.G., Raukas A.V. Leningrad: Nauka, 1989. 280 p.

18. Kalesnik S.V. Ladozhskoe Ozero. Sistema Velikih ozer Evropy. Bassejn Ladozhskogo ozera (Lake Ladoga. The Great Lakes system of Europe. Lake Ladoga Basin). Leningrad: Hydrometeoizdat (Publ.), 1968. 149 p.

19. Koshechkin B.I. Golocenovaja tektonika vostochnoj chasti Baltijskogo shhita. Leningrad: Nauka, 1979. 158 p.

20. Ladoga (Ladoga) / pod red. Rumyantsev V.A., Kondratiev S.A. St. Petersburg: Nestor-History (Publ.), 2013. 468 p. (in Russ.)

21. Ladozhskoe ozero (razvitie rel'efa i uslovija formirovanija chetvertichnogo pokrova kotloviny) / pod red. G.S. Biskje. Petrozavodsk: Karelija, 1978. 208 p.

22. Ladozhskoe ozero i dostoprimechatel'nosti ego poberezh'ya (Atlas Lake Ladoga and the sights of its coast. Atlas) / pod red. Rumyantsev V.A., Sorokin A.I., Nesterov N.A. (Eds.). Saint Petersburg: Nestor-Istoriya (Publ.), 2015. 200 p.

23. Lukashov A.D. Geodinamika novejshego vremeni // Glubinnoe stroenie i sejsmichnost' Karel'skogo regiona i ego obramlenija / pod red. Sharova N.V. Petrozavodsk, 2004. P. 150–191.

24. Naumenko M.A. Analysis of the morphometric characteristics of the underwater topography of lake Ladoga, on the basis of the digital model // Regional Research of Russia. 2013. № 1. P. 62–72. https://doi.org/10.15356/0373-2444-2013-1-62-72

25. Naumenko M.A., Guzivatyj V.V., Nesterov N.A., Subetto D.A. Morphometric features of the underwater slope of the southwestern part of Valaam Island // Doklady Akademii nauk. 2019. № 486 (3). P. 103–106. (in Russ.) https://doi.org/10.31857/S0869-56524863371-374

26. Nikonov A.A. Vostochno-Ladozhskoe zemletrjasenie 30 nojabrja 1921 goda // Fizika Zemli. 2005. № 7. P. 1–5.

27. Petuhov S.I., Anohin V.M., Naumenko M.A. The first experience of morphotectonic modeling of the Ladoga Lake area. Geografiya: razvitiye nauki i obrazovaniya. Kollektivnaya monografiya po materialam yezhegodnoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. St. Petersburg: RGPU im. A.I. Gertsena (Publ.), 2020. P. 147–151.

28. Rumyancev V.A., Rybakin V.N., Tokarev I.V. Distribution of tributary waters and groundwater in Lake Ladoga according to isotope indicators // Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2017. № 48. P. 94–109.

29. Sviridenko L. P., Svetov A. P. Valaamskij sill gabbro-doleritov i geodinamika kotloviny Ladozhskogo ozera. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2008. 125 p.

30. Shitov M.V., Biske Ju.S., Sumareva I.V. Pozdnegolocenovoe sejsmicheskoe sobytie v jugo-vostochnom priladozh'e II Parametry // Vestnik SPBGU. Series 7. 2010. № 3. P. 18–26.

31. Anokhin, V., Dudakova, D., and Dudakov, Moscow: Tectonic ledges at the bottom of Lake Ladoga // EGU General Assembly – EGU21-1789. 2021 (online, April 19–30, 2021). https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-1789, 2021

32. Aksenov A.O., Rybalko A.E., and Naumenko M.A. Geomorphology of Lake Ladoga basin // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 4. P. 492–494. https://doi.org/10.31951/2658-3518-2020-A-4-492

33. Lebas E., Gromig R., Krastel S., Wagner B., Fedorov G., Gortz C., Averes T., Subetto D., Naumenko M., and Melles M. Pre-glacial and post-glacial history of the Scandinavian Ice Sheet in NW Russia – Evidence from Lake Ladoga // Quaternary Science Reviews. 2021. V. 251. P. 1–17. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106637

УДК 911.5

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОЖАРОВ

© 2024 г. И. Н. Биличенко[a, *], Е. А. Распутина[a, **]

[a] *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, 664033, Россия*
**E-mail: irinabilnik@mail.ru*
***E-mail: elenaistoma@gmail.com*

Поступила в редакцию 10.11.2023 г.
После доработки 20.12.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Северные районы Иркутской области в последние десятилетия подвержены пожарам в результате развития нефтегазового комплекса, а также изменяющихся климатических условий. В работе проведено геоинформационное картографирование и анализ пространственной структуры ландшафтного покрова (land cover) двух ключевых участков, расположенных в районе пос. Вершина Ханды и села Токма за два временных среза 2013–2014 гг. и 2018–2019 гг. (до и после активных лесных пожаров преимущественно 2016 и 2017 гг.). Картографирование проводилось с применением инструмента обучаемой классификации Random Forest, космических снимков Landsat 8. В результате на территории было выделено 10 классов ландшафтного покрова. Показано, что на территориях в 2013–2014 гг. преобладали хвойные (светлохвойные – сосново-лиственничные, лиственнично-сосновые, реже темнохвойные – кедровые и еловые) леса, а также хвойно-лиственные и лиственные леса и болота. С 2013 до 2019 г. более 20% Токминского и более 5% Хандинского была пройдена пожарами. Горели преимущественно хвойные леса, а на Токминском участке также ерниковые болота.

Ключевые слова: вершина Ханды, Токма, ландшафтный покров, автоматизированная классификация космических снимков, Landsat 8, картографирование, растительность

DOI: 10.31857/S0869607124010023, **EDN**: OCWOUJ

ВВЕДЕНИЕ

Северные территории Иркутской области в последнее время сильно подвержены пожарам, причем происходит это в результате как антропогенного, так и природного факторов [5, 8, 9, 10, 12]. Эти районы сейчас становятся все более перспективными в плане промышленного освоения природных ресурсов. Вместе с тем, в последние десятилетия происходят глобальные климатические изменения, в высоких широтах они оказывают наибольшее влияние [19]. При этом пожары, происходящие здесь, в труднодоступных районах, остаются вне поля контроля и фактически не тушатся, если не угрожают населенным пунктам или объектам производственной инфраструктуры. В итоге под пирогенным воздействием оказываются большие площади северных территорий, на которых находятся общины коренных малочисленных народов Севера (КМНС). Общины в условиях промышленного освоения природных ресурсов выступают заинтересованной стороной, представляя не только соци-

ально-экономические интересы местного сообщества, но и, как правило, выступают за сохранение обширных территорий (своих оленеводческих и охотничье-рыболовных угодий), определяющих основу их культурной идентичности и самобытности их образа жизни. Такие территории представляют собой уникальные социально-экологические системы, в которых человек и природа тесно взаимосвязаны [6].

Современные исследования пространственной структуры и динамики ландшафтного покрова, в т. ч. его изменения под воздействием пожаров, проводятся с применением космических снимков и геоинформационных технологий. Для исследований в крупном и среднем масштабе в основном используются снимки Landsat и Sentinel-2, находящиеся в свободном доступе. Актуальны глобальные проекты картографирования ландшафтного покрова [13–16, 18, 21–22], изменений лесного покрова [23], динамики гарей [17].

Целью работы стало геоинформационное картографирование ландшафтного покрова территории с применением данных полевых исследований, космических снимков Landsat и облачной платформы Google Earth Engine, а также анализ пространственной структуры растительного покрова и ее изменений под воздействием пожаров в период с 2013 по 2019 гг.

Термин «ландшафтный покров» понимается в работе как аналог англоязычного термина «land use / land cover», который описывает то, что находится на поверхности земли и представляет собой комбинацию растительности, почв, пород, воды и структур, возведенных человеком и составляющую ландшафт [1]. Нет общепринятого перевода данного термина на русский язык, он переводится разными авторами как растительный покров, поверхностный покров, наземный покров, земельный покров и др.

ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве территории исследования выбраны таежные участки у поселков Токма и Вершина Ханды в Иркутской области (рис. 1). Здесь проживают и ведут хозяйственную деятельность эвенки – представители коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока. Эти районы исследований характеризуются суровыми климатическими условиями, островной вечной мерзлотой. Здесь преобладает хвойная растительность, значительно подверженная лесным пожарам.

Ханда. Район исследования расположен в пределах Иркутской области, Усть-Кутского, Казачинско-Ленского и Жигаловского административных районов. Традиционно местные жители – эвенки занимались оленеводством, охотой, рыбалкой, сбором кедровых орехов, ягод и трав [11]. В 1975–1986 гг. вблизи деревни шло строительство Байкало-Амурской магистрали, что послужило толчком к промышленному развитию территории. Сейчас это район активной добычи углеводородного сырья и лесных ресурсов. Кроме того, здесь начат крупный проект по строительству трубопровода «Сила Сибири» В связи с этим предполагается дальнейшее развитие инфраструктуры, в том числе сети автомобильных дорог.

Данная территория относится к Кудинско-Хандинской остепненно-таежной подгорной, Лено-Киренгской таежно-подгорной, и Ангаро-Ленской таежно-плоскогорной провинциям, Байкало-Джугджурской горно-таежной области [7]. Это плоскогорный, с плоскими округлыми вершинами район в межуречье Лены и Киренги и переходной зоне от Лено-Ангарского плато (900–1000 м) к Предбайкальской впадине (300–500 м). Окрестности деревни Ханды находятся в Хандинской заболоченной депрессии. Абсолютные высоты ее днища составляют 700–750 м.

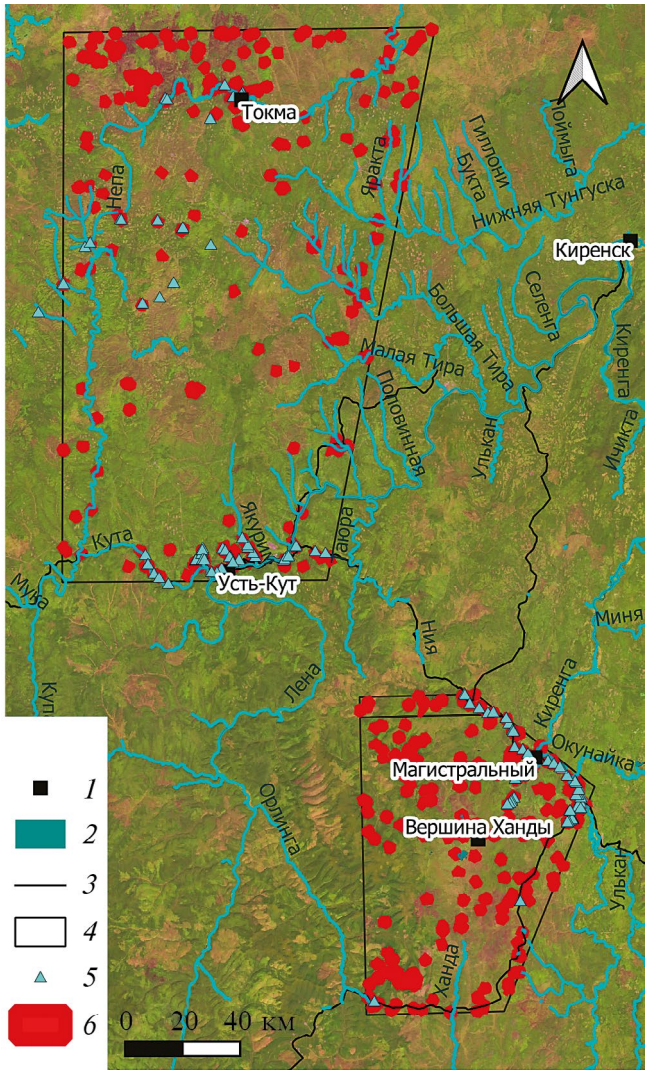

Рис. 1. Расположение ключевых участков и точек полевых обследований на космическом снимке Landsat 8: *1* – города, *2* – основные реки, *3* – основные автомагистрали, *4* – границы ключевых участков, *5* – точки полевых описаний, *6* – тестовые полигоны для обучения классификации.

Fig. 1. Location of key areas and field research points on the Landsat 8 satellite image: *1* – cities, *2* – main rivers, *3* – main highways, *4* – boundaries of key areas, *5* – field description points, *6* – test sites for classification training.

Здесь развит пойменно-террасовый комплекс, характерны пологие склоны и невысокие гряды высотой 100–300 м [10].

На исследуемом участке господствуют редкостойные лиственничные и елово-лиственничные с ерником моховые леса на торфянистых почвах и лиственнично-кедрово-еловые мелкотравно-зеленомошные леса плато на дерново-подзолистых почвах. С увеличением высот лиственница уступает место кедру, пихте и ели. Значительные площади вырубок и пожаров заняты восстановительными стадиями из березовых травяно-зеленомошных лесов. В северо-восточной части участка

доминируют редкостойные лиственничники, сочетающиеся с лугово-болотными участками, а в западной части горнотаежные темнохвойные природные комплексы. Подробные ландшафтные описания были проведены вдоль неформальной автомобильной дороги от дер. Вершина Ханды до пос. Магистрального [4].

Токма. Второй район исследования расположен в Усть-Кутском и Катангском административных районах. В первом проживают эвенки, на 2021 год их численность составила 16,9% от общего числа жителей района (из 3214 человек).

Это юго-восток Среднесибирского плоскогорья, Приленская плоская возвышенность. Рельеф участка параллельно-грядовый. Данная территория относится к Среднеангарской южно-таежной и Тунгусско-Пеледуйской среднетаежной провинциям, Среднесибирской таежно-плоскогорной области, и Ангаро-Ленской таежно-плоскогорной провинции Байкало-Джугджурской горно-таежной области [7].

Здесь распространены лиственничные кустарниково-зеленомошные среднетаежные природные комплексы на выположенных участках, пологих склонах и болотные с ерником, иногда залесенные сосной и лиственницей в долинах на дерново-карбонатных почвах. Террасам соответствуют северо-таежные лиственничные с примесью ели кустарниково-моховые с ерниковым подлеском, местами заболоченные природные комплексы на дерново-подзолистых почвах [19].

На обоих участках повсеместно распространены терригенно-карбонатные ордовикские отложения с красноцветными песчаниками на вершинных поверхностях и в верхних частях склонах. Климат изучаемых территорий исследования резкоконтинентальный с достаточно суровой зимой и коротким летом. Средняя температура января составляет –21–28°С, июля +15–18°С, годовые суммы осадков на Хандинском участке 360–440 мм. Токминском – 400–500 мм. На лето-осень приходится около 75% от годовой суммы осадков [3]. Зима длится 5–6 месяцев, высота снежного покрова в среднем составляет 30–50 см.

Среди антропогенных объектов, на обоих ключевых участках есть населенные пункты, дороги разного статуса, линии электропередач, земли промышленного назначения (буровые скважины, трубопроводы, рабочие поселки, т. д.), вырубки.

Полевые работы на исследуемых участках были проведены с 2019 по 2021 годы. В общем было сделано около 300 геоботанических описаний. Так как территория труднодоступная, описания в основном проводились вблизи лесных, технологических дорог, геологических профилей (рис. 1). Подробно описывались древостой, подрост, подлесок, травяно-кустарничковый ярус. Также особое внимание уделялось нарушенным территориям: гарям, вырубкам, участкам нефтегазового освоения.

Методика картографирования. Для картографирования и анализа ландшафтного покрова исследуемой территории были получены и проанализированы космические снимки Landsat 8 с использованием платформы Google Earth Engine (GEE) [19]. Для анализа было выбрано два временных периода: лето 2013–14 гг., период, наиболее близкий к году полевых исследований, когда площадь гарей была минимальна, а также лето 2018–19 гг. – период, в который хорошо можно отследить результаты большого количества пожаров 2016–17 гг. Были взяты композиты из нескольких изображений, доступные на даты от 1 июня до 15 сентября 2013 и 2014 гг. (94 изображения для Токминского и 61 – для Хандинского участка), а также 2018 и 2019 гг. (83 изображения для Токминского и 63 – для Хандинского участка). Для вовлечения в процесс классификации большего количества безоблачных снимков, а также для учета различных состояний растительности в течении года для анализа использовались двухлетние композиты, состоящие из всех безоблачных пикселов снимков,

имеющихся в базе данных за указанные периоды времени. На их основе рассчитывались медианные значения для каналов B3–B7. Применялась стандартная маска облачности, основанная на параметрах качества пикселей снимков Landsat, доступных через платформу GEE. Применялся метод обучаемой классификации Random Forest (300 trees, 5 variables per split). Композиты были разделены на 10 классов ландшафтного покрова (land cover) (рис. 2).

Для обучения и оценки достоверности классификации было создано около 200 тестовых полигонов для каждого ключевого участка (см. рис. 1), около половины из которых были основаны на данных, собранных во время полевых экспедиций 2019–2021 гг., и около половины были получены из мозаики изображений Landsat 8 и Sentinel-2; а также изображений высокого разрешения, доступных в Google EarthTM, Yandex и ESRI. Для оценки точности классификации было использовано 20% созданных тестовых полигонов.

Для анализа пространственной структуры ландшафтного покрова были рассчитаны площади каждого типа ландшафтного покрова для каждого ключевого участка. При определении степени распространения лесных пожаров по разным ландшафтам, была рассчитана площадь выгоревших площадей за 2013–2019 гг. для каждого типа наземного покрова. Для определения относительных площадей пожаров для различных типов ландшафтного покрова в период с 2013–2014 по 2018–2019 гг., площади пожаров в пределах каждого типа были разделены на их соответствующие общие площади ареалов различных типов ландшафтного покрова в 2013–2014 гг.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате созданы карты ландшафтного покрова территорий исследования за 2013–2014 и 2018–2019 гг. (рис. 2). Масштаб карт соответствует пространственному разрешению снимков Landsat 30 м и составляет 1 : 100 000. Рассчитаны параметры точности классификации: матрица ошибок, общая точность классификации и точность по оценке Каппа. Точность классификации для различных ключевых участков и лет оставила 0,96–0,97, по оценке Каппа – 0,95–0,96, что говорит о высокой достоверности полученных карт. Анализ матриц ошибок показал, что наименее точно выделяемые типы – это классы 6 и 10 (см. легенду к рис. 2). Ошибки при выделении остальных типов ландшафтного покрова составляли менее 10%. Рассчитаны площади, занимаемые различными типами ландшафтного покрова на территориях исследования (рис. 4), а также площади сгоревших участков, разделенных по типам ландшафтного покрова для определения доли сгоревших площадей (таблица 1).

Анализ карт (рис. 2), а также значений площадей ареалов различных типов ландшафтного покрова (рис. 4) показал, что на Токминском и Хандинском участках исследования наибольшую площадь занимает светлохвойный (сосново-лиственничный, лиственнично-сосновый), реже темнохвойный (кедровый, еловый) лес (тип 4 и 5) (почти 50% на Хандинском и более 35% на Токминском участках в 2013–14 гг., и около 40% и 20% соответственно в 2018–2019 гг.). Также значительные территории занимает вторичный сосново-березовый и березовый лес (типы 6 и 7) (около 25% на Хандинском участке и 40% на Токминском участке в 2013–2014 гг.). Ареалы этих типов леса почти не изменились после сезона пожаров на Токминском участке, и сократились почти в 2 раза на Хандинском участке. На обоих участках распространены редкостойные лиственничные ерниковые и осоковые болота (типы 2–3) (10% на Хандинском и 17% на Токминском участке в 2013–2014 гг.). На Токминском участке значительная площадь болот подверглась пожарам. Площадь свежих гарей

Таблица 1. Изменение площадей ареалов различных типов ландшафтного покрова под воздействием пожаров с 2013 по 2019 г.

Table 1. Changes in the areas of habitats of various types of land cover for 2013 and 2019 and their changes under the influence of fires.

Тип	Ханда			Токма		
	было в 2013 году, км^2	сгорело с 2013 до 2019 года, км^2	доля сгоревших площадей (%)	было в 2013 году, км^2	сгорело с 2013 до 2019 года, км^2	доля сгоревших площадей (%)
1	297.0	39.5	13.3	133.1	1.7	1.3
2	3648.4	1515.7	41.5	616.3	44.4	7.2
3	63.6	11.3	17.7	70.0	0.1	0.2
4	7699.8	1864.7	24.2	2227.2	113.5	5.1
5	466.7	145.7	31.2	1169.6	113.1	9.7
6	5896.8	643.9	10.9	1582.9	30.3	1.9
7	2248.4	281.9	12.5	245.1	0.9	0.4
8	381.8	183.3	48.0	140.1	35.9	25.7
9	106.1	8.0	7.5	462.3	43.5	9.4
10	233.3	53.1	22.8	56.0	2.6	4.6
Итого		4747			386	

(тип 8) на обоих участках была незначительной и составляла около 2%, а после пожаров 2016–2017 гг. значительно увеличилась и составила около 6% на Хандинском участке и более 22,6% на Токминском участке.

Анализ таблицы показал, что на Токминском участке с 2013 до 2019 г. сгорели значительные площади лесов и болот (4747 км^2), тогда как на Хандинском участке эта цифра составила лишь 386 км^2. В абсолютных показателях на Токминском участке гарям подверглись в основном хвойные леса и ерниковые болота. Гарям на болотах – существенной проблеме данной территории – была посвящена отдельная работа [21]. На Хандинском участке в основном горели хвойные леса.

Анализ площадей гарей по типам ландшафтного покрова, отнесенных к их долям площади до пожаров (см. табл., столбец 4 и 7) показал, что по Токминскому ключевому участку высокой горимостью отличались гари (48% гарей сгорело повторно), ерниковые болота (41,5%), темнохвойный лес (31,2%), а также антропогенные объекты (22,8%), а по Хандинскому ключевому участку – участки уже ранее горевшие (25,7%), зарастающие гари и вырубки (9,4%) и ерниковые болота (7,2%).

На обоих ключевых участках площадь ареалов относительно ненарушенных типов ландшафтного покрова (типы 1–6) (см. рис. 2, 3) составляла более 80 процентов территории в 2013 г. Однако, после пожаров, прошедших в период с 2013 до 2019 г., значительно пострадала территория Токминского ключевого участка, в результате чего площадь ареалов относительно ненарушенных природных комплексов сократилась здесь до 60%. На Хандинском ключевом участке в результате того, что площадь пожаров была намного меньше, площадь ареалов относительно ненарушенных природных комплексов почти не изменилась относительно 2013 г. и так и осталась выше 80%.

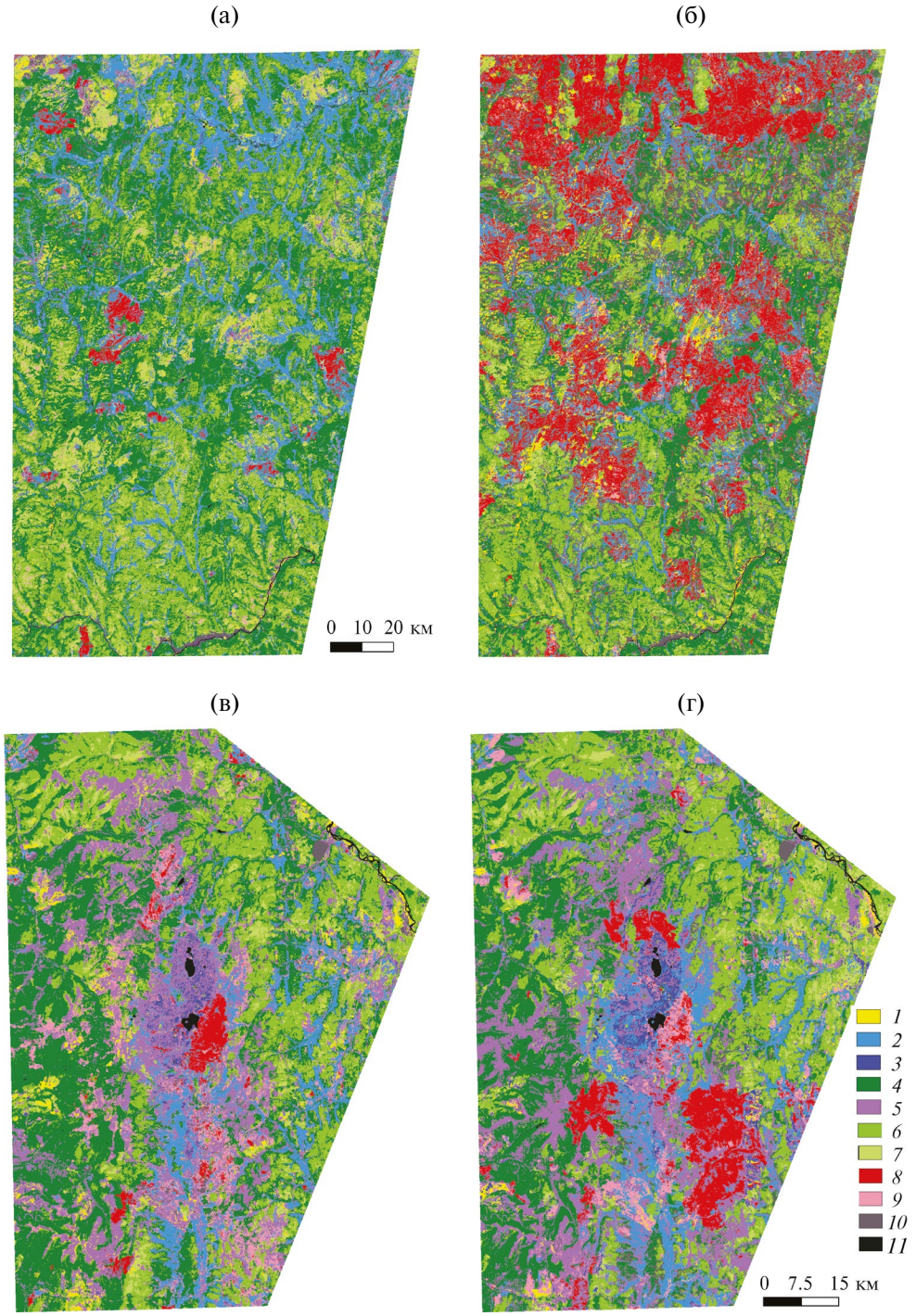

Рис. 2. Карты ландшафтного покрова территорий исследования: Токминский участок: а – 2013–2014 гг., б – 2018–2019 гг.; Хандинский участок: в – 2013–2014 гг., г – 2018–2019 гг.

Fig. 2. Maps of land cover of the study areas: Tokma site: (а) – 2013–2014, (б) – 2018–2019; Khanda site: (в) – 2013–2014, (г) – 2018–2019.

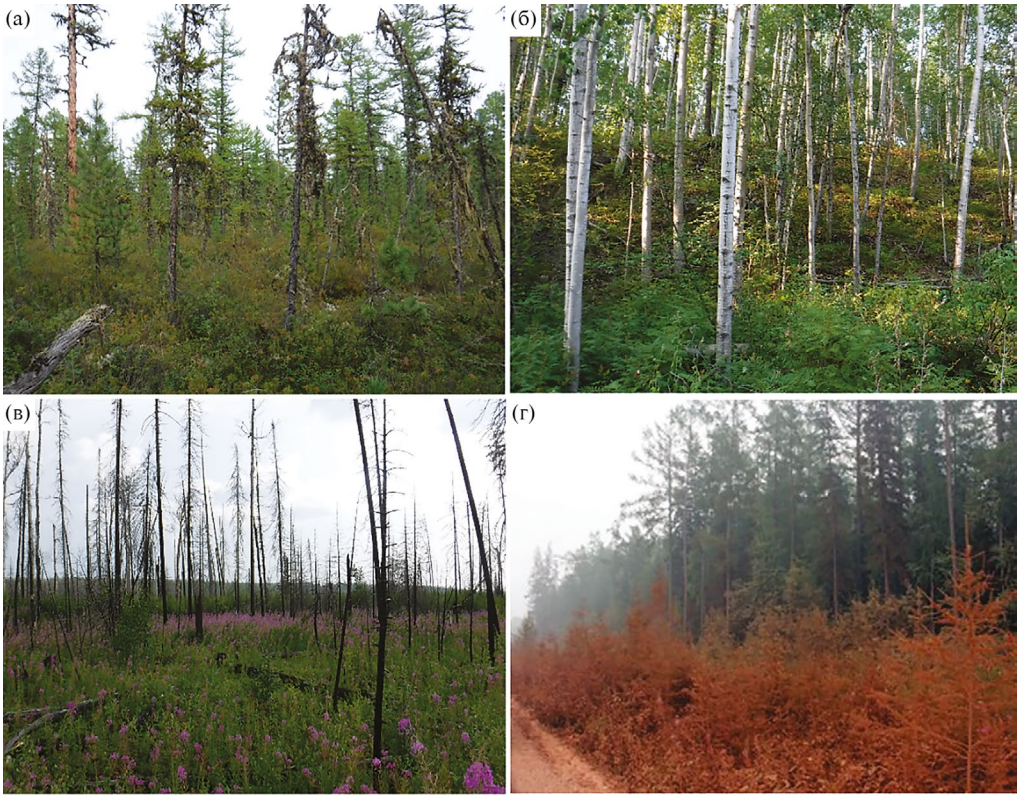

Рис. 3. Ландшафты исследуемых участков: а, б, в – см. в легенде к рис. 2, г – влияние дороги на придорожную полосу растительности.

Fig. 3. Landscapes of the study areas: (а), (б), (в) – see the legend to Fig. 2, (г) – the influence of the road on the roadside vegetation.

Типы ландшафтного покрова: *относительно ненарушенная и восстановленная растительность*: *1*– луговая травянистая растительность, местами с участием кустарников; *2* – ерниковые моховые болота с редкостойным древостоем из лиственницы и ели (рис. 3, а); *3* – осоковые болота с клюквой, багульником и куртинами ерника; *4* – светлохвойный (сосново-лиственничный, лиственнично-сосновый), реже темнохвойный (кедровый, еловый,) травяно-кустарничково-зеленомошный лес; *5* – разреженный елово-кедровый кустарничково-зеленомошный лес; *6* – сосново-березовый разнотравный лес (различные стадии восстановления светлохвойного, реже темнохвойного леса на гарях более 30-летней давности); *типы, относящиеся к преобразованным пожарами разных лет и антропогенно-нарушенные объекты: 7* – березовый разнотравный лес и молодой смешанный (березово-сосновый травяно-кустарничковый) лес преимущественно на старых гарях и вырубках (рис. 3, б); *8* – свежие гари 1–2-летней давности почти без растительности; *9* – гари, вырубки и сельскохозяйственные угодья, заросшие травой, кустарниками и подростом мелколиственных пород (рис. 3, в); *10* – антропогенные объекты; *11* – водные объекты.

Types of land cover: *relatively undisturbed and restored vegetation*: *1* – meadow shrub herbaceous vegetation, *2* – ernik bogs with a sparse stand of larch and spruce (Fig. 3, (а)), *3* – sedge bogs with cranberries, wild rosemary and clumps of dwarf birch, *4* – light coniferous (pine-larch, larch-pine), less often dark coniferous (cedar, spruce) grass-shrub-green moss forest, *5* – sparse spruce-cedar shrub-green moss forest, *6* – mixed pine-birch forb forest (different stages of restoration on burnt areas more than 30 years old); *types related to the transformed by fires of different years and anthropogenically disturbed objects*: *7* – birch forb forest and young mixed forest mainly on old burnt areas and clearings (Fig. 3, (б)), *8* – fresh burnt areas 1–2 years ago with almost no vegetation, *9* – burnt areas, clearings and agricultural land overgrown grass, shrubs and undergrowth of small-leaved species (Fig. 3, (в)), *10* – anthropogenic objects (settlements, fresh clearings, power lines with almost no vegetation, agricultural lands), *11* – water bodies.

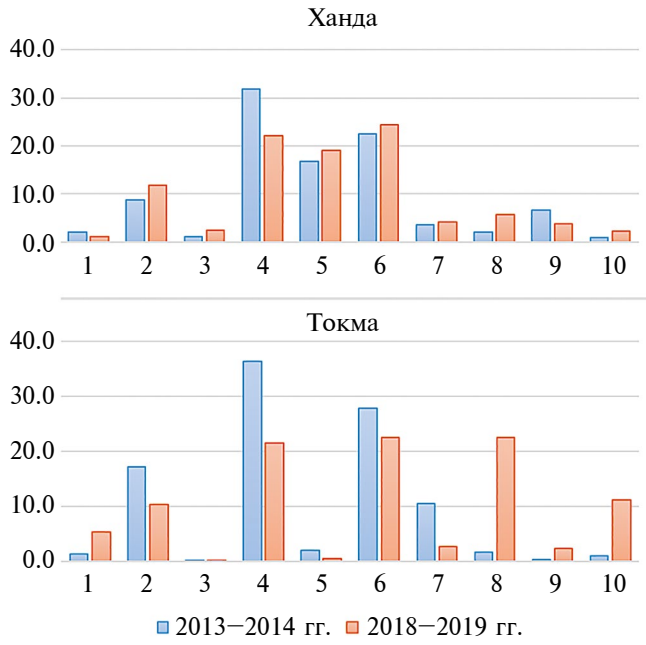

Рис. 4. Графики распределения площадей (в % от общей площади исследуемых участков) по типам ландшафтного покрова за 2013–2014 и 2018–2019 гг.

Fig. 4. Graphs of area distribution (in% of the total area of the study areas) by land cover types for 2013–2014 and 2018–2019.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуемые малонаселенные участки северных районов Иркутской области в настоящее время подвержены активному нефтегазовому освоению. Созданные в результате этого процесса дороги позволяют другим пользователям (лесной промышленности, охотникам, рыбакам и т. д.) наращивать свою деятельность в регионе. Все это в совокупности с природными факторами приводит к активизации здесь пожаров.

Применение геоинформационных методов и космических снимков позволило провести детальный количественный анализ пространственной структуры ландшафтного покрова исследуемых участков и его изменения под воздействием пожаров.

Анализ пространственной структуры ландшафтного покрова исследуемых участков за 2013–2014 и 2018–2019 гг. показал, что на территориях в 2013–2014 гг. преобладали хвойные (светлохвойные – сосново-лиственничные, лиственнично-сосновые, реже темнохвойные – кедровые и еловые) леса, а также хвойно-лиственные и лиственные леса и болота. На этот момент времени площади ареалов относительно ненарушенных типов растительности составляли более 80%.

С 2013 до 2019 г. значительная площадь Токминского участка (4747 км^2) была пройдена пожарами, на Хандинском участке эта цифра составила лишь 386 км^2. Горели на обеих исследуемых территориях в основном хвойные леса, а на Токминском участке также ерниковые болота. В результате пожаров, прошедших в период с 2013 до 2019 г. значительно пострадала территория Токминского ключевого участка

(площадь ареалов относительно ненарушенных типов растительности сократилась здесь до 60%). На Хандинском ключевом участке эта цифра осталась выше 80%.

Таким образом, площади пожаров с 2013 по 2019 г. увеличились. В основном это касается Токминского участка, и связано это прежде всего с недоступностью территории для тушения. Если принципы тушения пожаров в отдаленных районах севера Иркутской области не изменятся, значительные территории будут подвергаться огню и коренные природные комплексы, которых и так осталось немного будут меняться на производные.

Исследование выполнено за счет средств государственных заданий (№ госрегистрации АААА-А21-121012190059-5, АААА-А21-121012190056-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Хазиева Е.С.* Глобальные базы данных земельного покрова и перспективы их использования для картографирования современных ландшафтов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 1. С. 110–123. https://doi.org/10.15356/0373-2444-2017-1-110-123

2. Атлас Иркутской области: экологические условия развития. М. – Иркутск, 2004. 90 с.

3. *Биличенко И.Н., Макаров С.А., Опекунова М.Ю., Власова Н.В.* Эколого-географические исследования на Ярактинском нефтегазоконденсатном месторождении (иркутская область) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2017. № 2. С. 33–37.

4. *Биличенко И.Н., Кобылкин Д.В., Куклина В.В., Богданов В.Н.* Развитие неформальной дорожной сети и ее влияние на трансформацию таежных геосистем на севере Иркутской области // География и природные ресурсы. 2021. Т. 42. № 2. С. 114–122. EDN: VNEOTC. https://doi.org/10.15372/GIPR20210212

5. *Кайбичева Е.И., Кайбичев И.А.* Индекс числа лесных пожаров в Российской Федерации за 2006–2010 гг. // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 5. С. 45–50.

6. *Красноштанова Н.Е.* Особенности административного управления в районах нового промышленного освоения Севера: проблемы и преимущества социально-экономического развития // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. № 2(76). С. 82–96. https://doi.org/10.37614/2220-802X.2.2022.76.007

7. *Михеев В.С., Ряшин В.А.* Ландшафты юга Восточной Сибири: карта. М-б 1 : 1 500 000. М.: ГУГК, 1977. 4 л.

8. *Пономарев Е.И., Харук В.И., Якимов Н.Д.* Результаты и перспективы спутникового мониторинга природных пожаров Сибири // Сибирский лесной журнал. 2017. № 5. С. 25–36.

9. *Рунова Е.М., Доленко М.А.* Лесные пожары в Иркутской области // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2006. Т. 1. С. 90–92.

10. Экологические аспекты освоения Ковыктинского газоконденсатного месторождения / под ред. А.Д. Абалакова, Э.С. Зиганшина, Ю.О. Медведева и др. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. 195 с.

11. Экологическое ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ковыктинское газоконденсатное месторождение / отв. ред. Е.Г. Суворов, С.А. Макаров. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. 159 с.

12. *Goldammer J.G., Sukhinin A., Csiszar I.* Current fire situation in the Russian Federation: Implications for enhancing international and regional cooperation in the UN Framework and the global programs on fire monitoring and assessment // GFMC contribution to the International Workshop “New Approaches to Forest Protection and Fire Management at an Ecosystem Level”. Khabarovsk, 2003. P. 1–24.

13. *Brown C.F., Brumby S.P., Guzder-Williams B. et al.* Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping // Sci Data. 2022. № 9. 251 p. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4

14. *Chughtai A.H, Abbasi H., Karas I.R.* A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover // Remote Sensing Applications: Society and Environment. 2021. P. 13. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100482

15. COPERNICUS Landcover 100m Proba-V C3 Global. Google Earth Engine. URL: https://developers.google.com/earthengine/datasets/catalog/COPERNICUS_Landcover_100m_Proba-V-C3_Global (дата обращения: 23.04.2023).

16. ESRI Land Cover global. URL: https://livingatlas.arcgis.com/landcover/ (дата обращения: 23.04.2023).

17. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R. G.* High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // Science. 2013. V. 342. P. 850–853. https://doi.org/10.1126/science.1244693

18. *Karra, A., Kontgis, C.* Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning // IGARSS 2021–2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021. P. 2291. https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9553499.

19. *Kharuk V.I., Ponomarev E.I., Ivanova G.A., Dvinskaya M.L., Coogan Sean C.P., Flannigan M.D.* Wildfires in the Siberian taiga // Ambio. 2021 Nov; 50(11):1953–1974. https://doi.org/10.1007/s13280-020-01490-x. Epub 2021 Jan 29. PMID: 33512668; PMCID: PMC8497666.

20. *Kuklina V., Sizov O., Rasputina E., Bilichenko I., Krasnoshtanova N., Bogdanov V., Petrov A.* Fires on Ice: Emerging Permafrost Peatlands Fire Regimes in Russia's Subarctic Taiga // Land. 2022. V. 11(3). № 322. P. 1–18. https://doi.org/10.3390/land11030322

21. *Phiri, D., Siwanda, S.* Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review // Remote Sensing. 2020. 12 (14). 2291. https://doi.org/10.3390/rs12142291

22. *Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X-P., Baggett A., Kommareddy I., Kommareddy A.* The global 2000–2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results // Frontiers in Remote Sensing. 2022. V. 3. https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903

23. *Tyukavina A., Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Stehman S., Turubanova S., Parker D., Zalles V., Lima A., Kommareddy I., Song X-P., Wang L. and Harris N.* Global trends of forest loss due to fire from 2001–2019 // Frontiers in Remote Sensing. 2022. Vol 3. https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190

Geoinformation Analysis of the Vegetation Cover of the Northern Regions of the Irkutsk Region and its Changes Under the Impact of Fires

I. N. Bilichenko[1, *], E. A. Rasputina[1, *]

[1]*Sochava Institute of Geography SB RAS*
**E-mail: irinabilnik@mail.ru*
***E-mail: elenaistoma@gmail.com*

Abstract – The northern regions of the Irkutsk oblast have been prone to fires in recent decades as a result of oil and gas and infrastructure development, as well as changing climatic conditions. Geoinformation mapping and analysis of the spatial structure of the vegetation cover of two key areas located in the area of the Vershina Khandy village and the village of Tokma for two time slices: 2013–2014 and 2018–2019 (before and after active forest fires, mainly in 2016 and 2017) was carried out. Mapping was done using the Random Rorest supervised classification method, Landsat 8 space images. As a result, 10 classes of vegetation cover were identified on the territory. It is shown that in the territories in 2013–2014 coniferous (light coniferous – pine-larch, larch-pine, less often dark coniferous – cedar and spruce) forests prevailed, as well as mixed coniferous-deciduous and deciduous forests and swamps. From 2013 to 2019, more than 20% of Tokma and more than 5% of Khanda key area was covered by fires. Mostly coniferous forests, as well as ernik bogs in the Tokma area were burning.

Keywords: vershina Khandy, Tokma, supervised classification of space images, Landsat 8, vegetation mapping

REFERENCES

1. Alekseeva N.N., Klimanova O.A., Hazieva E.S. Global'nye bazy dannyh zemel'nogo pokrova i perspektivy ih ispol'zovaniya dlya kartografirovaniya sovremennyh landshaftov // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2017. № 1. P. 110–123. https://doi.org/10.15356/0373-2444-2017-1-110-1232.

2. Atlas Irkutskoj oblasti: ekologicheskie usloviya razvitiya. Moscow – Irkutsk, 2004. 90 p.

3. Bilichenko I.N., Makarov S.A., Opekunova M.YU., Vlasova N.V. Ekologo-geograficheskie issledovaniya na YAraktinskom neftegazokondensatnom mestorozhdenii (irkutskaya oblast') // Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse. 2017. № 2. P. 33–37.

4. Kajbicheva E.I., Kajbichev I.A. Indeks chisla lesnyh pozharov v Rossijskoj Federacii za 2006–2010 gg. // Pozharovzryvobezopasnost'. 2013. V. 22. № 5. P. 45–50.

5. Krasnoshtanova N.E. Osobennosti administrativnogo upravleniya v rajonah novogo promyshlennogo osvoeniya Severa: problemy i preimushchestva social'no-ekonomicheskogo razvitiya // Sever i rynok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka. 2022. № 2(76). P. 82–96. https://doi.org/10.37614/2220-802X.2.2022.76.007.

6. Miheev V.S., Ryashin V.A. Landshafty yuga Vostochnoj Sibiri: Karta. M-b 1 : 1 500 000. M.: GUGK, 1977. 4 l.

7. Ponomarev E.I., Haruk V.I., Yakimov N.D. Rezul'taty i perspektivy sputnikovogo monitoringa prirodnyh pozharov Sibiri // Sibirskij lesnoj zhurnal. 2017. № 5. P. 25–36.

8. Runova E.M., Dolenko M.A. Lesnye pozhary v Irkutskoj oblasti // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki. 2006. V. 1. P. 90–92.

9. Ekologicheskie aspekty osvoeniya Kovyktinskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya / pod red. A.D. Abalakov, E.S. Ziganshin, YU.O. Medvedev i dr. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii SO RAN, 2001. 195 p.

10. Ekologicheskoe orientirovannoe planirovanie zemlepol'zovaniya v Bajkal'skom regione. Kovyktinskoe gazokondensatnoe mestorozhdenie / otv. red. E.G. Suvorov, S.A. Makarov. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii SO RAN, 2004. 159 p.

11. Goldammer J.G., Sukhinin A., Csiszar I. Current fire situation in the Russian Federation: Implications for enhancing international and regional cooperation in the UN Framework and the global programs on fire monitoring and assessment // GFMC contribution to the International Workshop "New Approaches to Forest Protection and Fire Management at an Ecosystem Level", Khabarovsk, 2003. P. 1–24.

12. Brown C.F., Brumby S.P., Guzder-Williams B. et al. Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping // Sci Data. 2022. 9. 251 p. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4

13. Chughtai A.H, Abbasi H., Karas I.R. A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover // Remote Sensing Applications: Society and Environment. 2021. P. 13. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100482

14. COPERNICUS Landcover 100m Proba-V C3 Global. Google Earth Engine. URL: https://developers.google.com/earthengine/datasets/catalog/COPERNICUS_Landcover_100m_Proba-V-C3_Global (accessed April 23, 2023).

15. ESRI Land Cover global.URL: https://livingatlas.arcgis.com/landcover/ (accessed April 23, 2023).

16. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R. G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // Science. 2013. V. 342. P. 850–853. https://doi.org/10.1126/science.1244693

17. Karra, A., Kontgis, C. Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning // IGARSS 2021–2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021. P. 2291. https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9553499

18. Kharuk V.I., Ponomarev E.I., Ivanova G.A., Dvinskaya M.L., Coogan Sean C.P., Flannigan M.D. Wildfires in the Siberian taiga // Ambio. 2021 Nov; 50(11):1953–1974. https://doi.org/10.1007/s13280-020-01490-x. Epub 2021 Jan 29. PMID: 33512668; PMCID: PMC8497666.

19. Kuklina V., Sizov O., Rasputina E., Bilichenko I., Krasnoshtanova N., Bogdanov V., Petrov A. Fires on Ice: Emerging Permafrost Peatlands Fire Regimes in Russia's Subarctic Taiga // Land. 2022. V. 11(3). № 322. P. 1–18. https://doi.org/10.3390/land11030322

20. Phiri, D., Siwanda, S. Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review // Remote Sensing. 2020. № 12 (14). P. 2291. https://doi.org/10.3390/rs12142291

21. Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X-P, Baggett A., Kommareddy I., Kommareddy A. The global 2000–2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results // Frontiers in Remote Sensing. 2022. V. 3. https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903

22. Tyukavina A., Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Stehman S., Turubanova S., Parker D., Zalles V., Lima A., Kommareddy I., Song X-P., Wang L. and Harris N. Global trends of forest loss due to fire from 2001–2019 // Frontiers in Remote Sensing. 2022. V. 3. https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190

УДК 631.459.2

СПЕЦИФИКА РАЗВИТИЯ СМЫВА ПОЧВ ПРИ ВЕСЕННЕМ СНЕГОТАЯНИИ НА ПАШНЕ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

© 2024 г. И. А. Голубев[a, *], О. И. Иванова[b, **]

[a] *Филиал ПАО «Россети Сибирь» – «Красноярскэнерго», Красноярск, Россия*
[b] *Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия*
**E-mail: igorgol1984@bk.ru*
***E-mail: ivolga49@yandex.ru*

Поступила в редакцию 08.11.2023 г.
После доработки 08.12.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Представлены результаты исследований смыва и аккумуляции почв в период 2009–2017 гг. в северной части Красноярской лесостепи на участках с высокой интенсивностью эрозионно-аккумулятивных процессов. Установлен широкий диапазон значений эрозий от талых вод – от 0.4 до 25 мм за весенний период. Приведены результаты применения уточненной Региональной модели расчета потенциального смыва для северной части Красноярской лесостепи. Произведен анализ метеорологических факторов и условий подстилающей поверхности, влияющих на распределение величин талого стока, смыва и аккумуляции почв на пахотных массивах, расположенных на наклонных водораздельных поверхностях: специфика распределения потоков талых вод определяет формирование зон экстремальной эрозии по периметру массивов пашни в нижних частях склона – до 15–20 мм слоя почвы. В условиях невысоких значений крутизны склонов, влияние рельефа на эрозию в значительной степени определяется высокими длинами склонов и линий тока талых вод. Распределение величин смыва по площади пашни показывает тесную корреляцию со значениями снегонакопления и влажности почв. Установлены пространственно-временные закономерности влияния предшествующего осеннего увлажнения почв на интенсивность эрозии: величины смыва возрастают с увеличением влажности почв, средние значения эрозии коррелируют с величинами осеннего увлажнения почв в динамике по годам полевых наблюдений. Предложены специальные почвозащитные мероприятия для участков с наиболее интенсивным смывом в районе исследований.

Ключевые слова: смыв, склоны, талые воды, поверхностный сток, снегонакопление, интенсивность снеготаяния, осеннее увлажнение

DOI: 10.31857/S0869607124010033, **EDN**: OCRHPF

ВВЕДЕНИЕ

Важность изучения антропогенной водной эрозии почв на обрабатываемых склонах водосборов рек обуславливается значительным ущербом, причиняемым данными процессами ценному гумусовому горизонту почвенного покрова. Вследствие этого, верхний плодородный слой почв истончается, снижается содержание гумуса, вымываются микроэлементы, важные для роста и развития растений. Особого внимания и применения неотложных противоэрозионных мероприятий требу-

ют пахотные массивы, на которых вследствие одновременного воздействия множества различных факторов величины смыва достигают катастрофических величин.

На территории Средней Сибири исследований эрозионно-аккумулятивных процессов на обрабатываемых склонах водосборов в лесостепной зоне выполнено мало. В советский период основное внимание уделялось овражной эрозии, исследование микроручейкового смыва выполнялись эпизодически, их результаты во многом утеряны. Следует отметить работы, выполненные Институтом географии СО РАН в Назаровской и Минусинской котловинах [1, 18].

На пашне лесостепной зоны Средней Сибири большое значение имеет поверхностный сток талых вод, в период снеготаяния, оказывающий большое влияние на формирование и развитие эрозионно-аккумулятивных процессов одновременно на больших площадях обрабатываемых земель. В 2009–2017 гг. проведены исследования величин смыва и аккумуляции почв от талых вод в северной части Красноярской лесостепи на опытном участке Долгий Лог.

Целью настоящей работы является исследование пространственно-временных закономерностей развития эрозионно-аккумулятивных процессов, вызываемых талыми водами, на пахотных участках с наибольшей интенсивностью процессов смыва почв (массивы пашни, расположенные на наклонных водораздельных поверхностях). Задачами работы являются: изучение особенностей распределения потоков талых вод и его воздействия на интенсивность смыва; анализ и обобщение гидрометеорологических факторов смыва и условий подстилающей поверхности; анализ динамики величин эрозии по годам наблюдений.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Объект (характеристика участка работ)

Участок Долгий Лог располагается в 70 км севернее г. Красноярска вблизи д. Ковригино. Он представляет собой массив пашни площадью 520 га, средней абсолютной высотой 230 м. Как и многие пахотные массивы в северной части Красноярской лесостепи, рассматриваемый участок по всему периметру окружен лесом. В направлении с запада на восток участок делится грунтовой дорогой на два массива – северный (170 га) и южный (350 га) [4, 7]. По своим природно-климатическим условиям, является типичным для северной зоны Красноярской лесостепи.

В пределах опытного участка наиболее значимым для изучения эрозионно-аккумулятивных процессов является северный массив участка Долгий Лог, так как специфика талого стока здесь определяет интенсивную эрозию и большие величины смыва почв. Исходя из этого, мы уделили основное внимание данной территории.

Северный массив (рис. 1) занимает наклонную водораздельную поверхность протяженностью около 3000 м. Водораздельная вершина (высота 274.0) располагается на его западной окраине. Общий наклон массива следует вдоль его водораздельной линии, по направлению от вышеуказанной вершины с запада на восток. Водораздельная линия делит массив на два обширных склона – северо-восточной (склон *I*) и юго-восточной (склон *II*) экспозиций. В южной части северного массива, вдоль грунтовой дороги проходит искусственная водоотводящая канава шириной 80–120 см и глубиной 0.5–1 м.

Склон *I*, выпуклой формы, северо-восточной экспозиции, имеет среднюю длину 400 м, ширину 3150 м. Склон *II*, выпуклой формы, юго-восточной экспозиции, имеет среднюю длину 300 м, ширину 3140 м. Оба склона смежные и имеют общую вершину, представляя собой северную и южную части наклонной водораздельной поверхности.

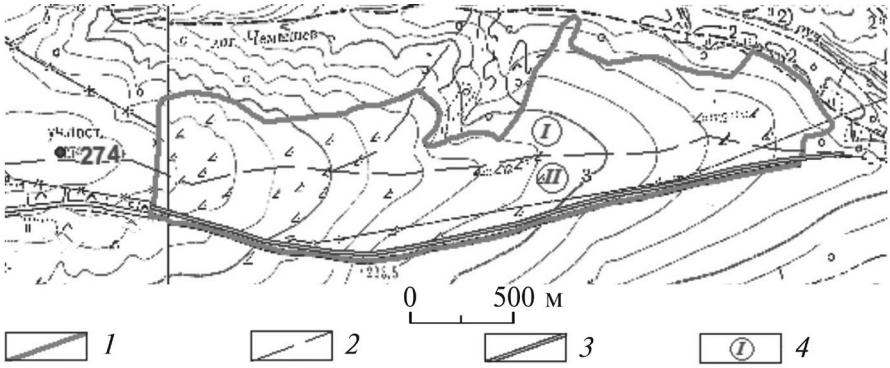

Рис. 1. Схема северного массива участка Долгий Лог. *1* – граница северного массива; *2* – водораздельная линия; *3* – придорожная канава; *4* – номер склона.

Fig. 1. The scheme of the Northern array of the Dolgiy Log area. *1* – border of the northern massif; *2* – dividing line; *3* – roadside ditch; *4* – slope number.

Рельеф северного массива характеризуется наличием сети ложбин стока шириной 50–100 м и длиной до 200 м в приопушечных зонах, преимущественно в северной части. На остальной территории рельеф пологий, склоны в основном прямые и слабовыпуклые, средняя крутизна 2° [7].

Агрофон в период исследований характеризовался следующим состоянием: в 2009 г. – стерня, в 2010-м – стерня в западной части массива и озимые в восточной, в 2011-м – залежь и озимые, в 2012–2017 гг. – стерня.

Распашка во все годы наблюдений производилась преимущественно вдоль склона. В период снеготаяния отмечено стекание талых вод по бороздам от водораздельной вершины вниз по склону. Работа талых вод приводит к образованию струйчатых размывов, характерных для продольной обработки почв (рис. 2).

Рис. 2. Струйчатые размывы при вспашке вдоль склона. Северный массив участка Долгий Лог, апрель 2011 г.

Fig. 2. Trickle washouts when plowing along the slope. Northern array of the Dolgiy Log area, april 2011.

В период снеготаяния потоки талых вод начинают движение в направлении от высоты 274.0 с запада на восток. Далее в процессе движения в соответствии с условиями рельефа часть стока распределяется вниз по склону *I* в северо-восточном направлении, и по склону *II* – в юго-восточном (рис. 3). Остальная часть водных потоков достигает нижней части склона на востоке северного массива, где происходит отложение основной массы продуктов смыва в приопушечной части и далее в лесном массиве (рис. 4).

Среди почв на участке преобладают темно-серые лесные и черноземы выщелоченные среднегумусные. Приведем их краткую характеристику.

Темно-серые лесные имеют эталонную мощность верхнего гумусового горизонта до 55 см. Содержание физической глины в пахотном слое составляет 48.5% при

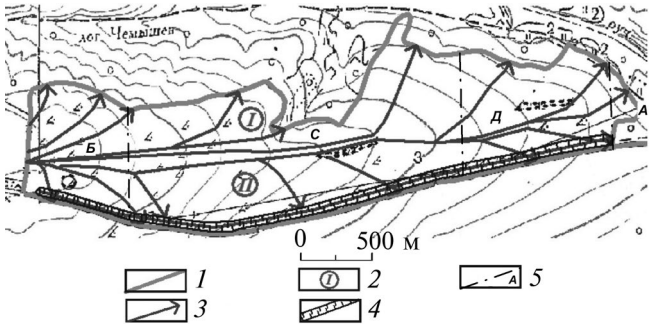

Рис. 3. Схема направления линий тока талых вод. *1* – граница массивов участка; *2* – номер склона; *3* – направление линий тока; *4* – придорожная канава; *5* – границы и буквенное обозначение зон смыва (по А.Д. Орлову [15]).

Fig. 3. The scheme of the direction of meltwater flow lines. *1* – the boundary of the massifs of the site; *2* – the slope number; *3* – the direction of the flow lines; *4* – a roadside ditch; *5* – boundaries and letter designation of flushing zones (according to A.D. Orlov [15]).

Рис. 4. Аккумулированные наносы в приопушечной зоне склонов I и II, май 2010 г.

Fig. 4. Accumulated sediments in the edge of forest zone of the slopes I and II, May 2010.

тяжелосуглинистом гранулометрическом составе и 61–64% при глинистом. Среди фракций преобладают крупнопылеватая и илистая. Содержание гумуса в верхнем горизонте 4.6–5.7%, pH почвенного раствора 6.6–7.0.

Среди черноземов выщелоченных среднегумусных присутствуют среднемощные (эталонная толщина верхнего горизонта до 49 см) и маломощные (до 32 см). Содержание физической глины 51.3–65.5% (глинистые) и 44.9–47.3% (тяжелосуглинистые). Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 6.3–6.6%, pH почвенного раствора 6.5–7.2.

Коренные породы исследуемой территории сложены отложениями девона, юрского и мелового периода; широко распространены четвертичные отложения, которые являются основными почвообразующими породами и состоят из аллювиальных, элювиальных и делювиальных образований.

Методы

Приведем описание основных методов измерений и расчетов, примененных в процессе исследований.

Модернизированный метод шпилек. Установка шпилек производилась в конце февраля группами по 2–4 шт. максимально точно в направлении падения склона на всех его элементах от водораздельной линии до края пашни. Всего на северном массиве было сформировано 15 групп, общая численность установленных шпилек – от 30 до 50 шт. Модернизация метода заключалась в добавлении дополнительной шпильки с пластиной, защищающей почву от смыва и позволяющей определить величину гидротермических движений почвенного покрова в весенний период, чтобы исключить ее из показаний соседних в группе шпилек [7]. Шпильки внедрялись в почву на глубину 17–20 см таким образом, чтобы заранее нанесенная метка (надпил на шпильке) была точно на уровне почвенной поверхности. После завершения снеготаяния производились измерения величин смыва (аккумуляции) посредством замеров от метки до поверхности грунта вниз (при смыве) или наверх (при аккумуляции).

Метод обмера водороин. Для применения данного метода выявлялись участки-микроводосборы на территории пашни с видимыми границами (водораздельными линиями). Производилась крупномасштабная топографическая съемка для точного определения их площади. В процессе работ, после завершения снеготаяния измерялся объем каждого видимого ручейка и водороины в пределах участка. Смыв определялся делением их суммарного объема на площадь микроводосбора [7].

Измерения мутности. Одновременно с измерениями смыва, делались заборы проб воды из ручейковой сети в пластиковые бутыли на пашне на всех элементах склонов. При камеральных работах определялся точный объем взятых проб с помощью мерного цилиндра, производилась их фильтрация через бумажные фильтры. Фильтры с почвенными частицами после просушки взвешивались с точностью до 0.01 г. От полученной величины отнимался вес самого фильтра для определения веса почвенных частиц. Мутность определяется отношением полученного веса почвенных частиц в пробе к объему взятой пробы воды.

Измерения скоростей водных потоков. Производились поплавковым способом. Выявлялись относительно прямые участки русла ручья, определялась их длина. В процессе измерений скорости определялось время, за которое поплавок преодолеет расстояние на выделенном участке ручья. Наблюдения проводились с 3-х или 5-кратной повторностью, за истинное значение скорости принималась средняя величина между результатами замеров. Скорости потоков измерялись на всех элементах исследуемых склонов.

Региональная методика расчета потенциального смыва почв Д.А. Буракова. Подробное описание уточненного варианта данной модели приведено в [6]. Она основана на Универсальном уравнении смыва и формуле Указаний с использованием региональных особенностей и рекомендаций по определению смываемости почв. Формула Д.А. Буракова имеет следующий вид:

$$Э_m = 4 \cdot K_m \cdot П \cdot П_0 \cdot P \cdot F \cdot K, \quad (1)$$

где $Э_m$ – потенциальный смыв от талых вод, т/га в год; K_m – эрозионный потенциал талых вод; $П$ – величина смываемости для стандартной почвы (чернозем выщелоченный, развитый на лессовидных суглинках и лессах, сильно эродированный), $П_0$ – коэффициент относительной смываемости почв (зависит от механического состава, типа почв и степени их смытости), P – эрозионный потенциал рельефа; F – коэффициент формы склона, K – поправочный сомножитель, суммарно учитывающий влияние предшествующего осеннего увлажнения почв и величину поступления воды из толщи снега в весенний период. Данная модель была апробирована на пахотных участках центральной части Красноярской лесостепи и уточнена путем добавления в модель корректирующего сомножителя, суммарно учитывающего величину предшествующего осеннего увлажнения почв и интенсивности поступления воды на поверхность почвенного покрова в период снеготаяния [3, 6, 7]. Отметим, что Региональная модель позволяет рассчитать только потенциальный смыв почв, аккумуляцию данная формула не определяет.

В связи с тем, что на многих выбранных для полевых измерений микроводосборах и профилях склонов обработка почв производилась вдоль склона, для применения расчетной модели были выбраны профили склона № 1 и 2 с группами шпилек № 1, 2, 3а, 3б, 3в (рис. 5), расположенные в западной (приводораздельной) части северного массива [5, 7]. На данных профилях склонов отсутствовали нарушения условий агротехники.

Расчет снегозапасов. Запасы воды в снеге определялись на основании данных по плотности и высоте снежного покрова. В период максимального снегонакопления (первая декада марта) весовым снегомером на участке Долгий Лог проводились снегомерные съемки. С интервалом в 10 м измерялась высота снега, через каждые 100 м – его плотность. В дальнейшем с помощью линейной регрессии устанавливалась связь высоты и плотности снежного покрова, рассчитывались плотность и запас воды в снеге через 10 м хода. Это позволило рассчитать снегозапасы на каждом десятиметровом участке.

Расчет снеготаяния. Для оценки интенсивности таяния снега на территории Красноярской лесостепи определялась величина слоя растаявшего снега. Данная величина рассчитывалась для участков равномерного залегания снежного покрова на местности произведением суммы положительных температур воздуха (по данным ближайшей метеостанции Сухобузимское) на коэффициент стаивания для каждого года полевых наблюдений по формуле:

$$h_c = k_c \cdot \sum(+t^\circ), \quad (2)$$

где h – слой образовавшейся талой воды, мм; k_c – коэффициент стаивания (5 мм/сут. для лесостепной зоны).

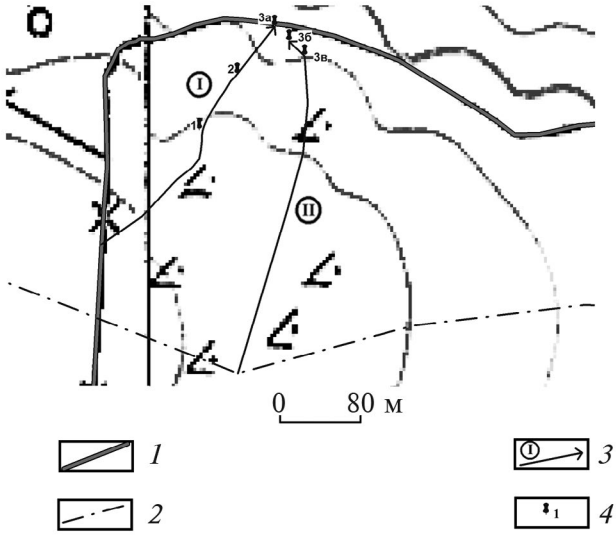

Рис. 5. Схема расположение групп шпилек в западной части северного массива участка Долгий Лог. *1* – граница массивов участка; *2* – водораздельная линия; *3* – направление линий тока и их номера; *4* – группы шпилек и их номера.

Fig. 5. Diagram of the location of groups of studs in the western part of the Northern array of the Dolgiy Log area. *1* – the boundary of the arrays of the site; *2* – the dividing line; *3* – the direction of the current lines and their numbers; *4* – groups of studs and their numbers.

Водоотдача снега на почву при допущении одинаковой влагоемкости снежного покрова и равномерного таяния снега определяется следующим образом:

$$m = \frac{h_c}{1 - z_0}, \tag{3}$$

где m – водоотдача, мм; h_c – интенсивность снеготаяния, мм/сут.; z_0 – относительный сход снега, при котором начинается отдача воды. Для расчетов принималось среднее значение $z_0 = 0.13$; величина h_c определялась по формуле 2 [7, 9, 13, 14, 16].

Расчет предшествующего осеннего увлажнения почв. Для территории Красноярской лесостепи рассчитан показатель предшествующего осеннего увлажнения почв за период 2009–2017 гг. Методика расчета используемого показателя для целей гидрологических прогнозов рассмотрена в [2, 17, 19]. Расчет производился по сумме суточных значений осадков в октябре – ноябре (до даты окончательного перехода температуры воздуха через 0°). Часть осадков в ноябре выпадает в виде снега, который тает при потеплениях. Слой растаявшего снега определялся по значению средней суточной положительной температуры воздуха и коэффициенту стаивания по формуле 2 и суммировался с количеством выпавших жидких осадков [7]. Осадки в сентябре не учитывались в связи с тем, что они, как правило, успевают просочиться вглубь почвенного покрова.

Территориальное обобщение [7] данных полевых исследований смыва выполнено путем интерполяции характеристик смыва на неизученные участки, находящиеся в сходных условиях, с учетом уклона, длины, экспозиции, местоположения и формы склонов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что общее увеличение интенсивности смыва происходит вследствие значительной протяженности склонов, повышения удельных расходов воды, скорости и, соответственно, эродирующей способности потока талых вод по мере его движения в восточном направлении от высшей точки (высота 274.0) к низшей [7]. В распределении величин смыва по северному массиву участка Долгий Лог можно обнаружить следующие тенденции.

Общее увеличение интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов на склонах *I* и *II* с запада на восток, т. е. в направлении основного тока талых вод.

Увеличение смыва в направлении от водораздельной линии к нижней части склона; на склоне *I* – к лесному массиву, на склоне *II* – к искусственной придорожной канаве (рис. 3). Высокое значение в центре массива, в придорожной части связано с наличием нескольких ложбин, что приводит к большей концентрации талого стока.

Исследованиями, выполненными А.Д. Орловым [15] в Новосибирском Приобье (1962–1963 гг.), была выявлена роль и влияние выпуклой формы склонов южных, западных и восточных экспозиций в усилении интенсивности эрозии, в зависимости от характера проявления эрозионных процессов и влияния различных факторов.

Северный массив участка Долгий Лог в значительной мере соответствует характеристикам, приведенным А.Д. Орловым (рис. 3). В продольном разрезе (вдоль водораздельной линии) он представляет собой выпуклый склон длиной 3000 м и крутизной 1–3°. Длины линий тока талых вод составляли от 400 до 3000 м.

В соответствии с делением склона, предложенным А.Д. Орловым, распределение величин смыва по зонам исследуемого участка следующее. В зоне Д, характеризующейся максимальной интенсивностью эрозионных процессов, смыв составляет 18–25 мм; в зоне Б (водораздельная часть) – 0.4–3.0 мм; в зоне С (верхняя и средняя часть наклонной водораздельной поверхности) средний смыв – 8.2 мм. Зона А (частичная аккумуляция) располагается на территории, занятой лесной растительностью, мощность отложений в годы исследований превышали 30 см (средние значения смыва по участку Долгий Лог взяты за 2011 год – со средними за период наблюдений показателями).

Приведем результаты измерений скорости и мутности потоков талых вод. Измерения показали, что в условиях стерни, в привершинной части склонов №№ 1 и 2 скорости водных потоков в период максимального снеготаяния (15 00–17 00 ч.) составляют 0.15–0.35 м/с, мутность – 0.4–0.6 г/л; в средней части склонов скорости увеличиваются до 0.5 м/с, мутность – до 1.5 г/л. В нижних частях склонов эти показатели достигают максимальных значений: скорость до 0.7–1.2 м/с, мутность – 17.5 г/л; эрозионный потенциал талого стока здесь наиболее высокий [7]. Значительную роль играет формирование сугробов. Это во многом способствуют развитию в нижней части склонов наибольших на опытном участке величин смыва – до 18–25 мм.

Обнаружено отложение продуктов смыва в местах перегиба продольного профиля, в результате разгрузки потоков талых вод. Слой наносов в этих зонах формируются в период с третьей декады апреля по первую декаду мая, его толщина составляет 1.5–4 мм.

Следует отметить, что величины допустимых не размывающих скоростей (ДНС) по данным разных исследователей [11], для супесей и легкосуглинистых почв составляет 0.65–0.7 м/с.

Результат территориального обобщения полевых исследований смыва и аккумуляции почв в виде карты зонирования смыва по средним за период исследова-

ний величинам представлен на рис. 6. Установка групп шпилек с максимальным охватом площади всего изучаемого массива опытного участка и сопутствующие замеры водороин на микроводосборах пашни позволяют произвести экстраполяцию на неисследованные зоны внутри участка, с приведением к общим единицам измерения смыва (10 м³/га в среднем эквивалентен 1 мм слоя почвы). Отметим, что приведенная карта носит условно-обобщенный характер и отражает только основные закономерности распределения величин смыва по площади северного массива исследуемого участка.

Визуальные наблюдения и периодические замеры толщины гумусового горизонта почв в разных частях опытного участка в последние годы полевых наблюдений выявили существенное уменьшение мощности гумусового горизонта по сравнению с эталонными значениями. Измеренные значения толщины верхнего горизонта почв составили от 7 до 23 см. В нижней части склона *II* вдоль придорожной канавы зафиксирован полный смыв горизонта А и развитие эрозионных процессов на горизонте В.

Одновременно с выполнением полевых измерений смыва и аккумуляции почв, для северного массива участка Долгий Лог выполнен расчет потенциального смыва почв от талых вод с помощью Региональной методики, разработанной Д.А. Бураковым для обрабатываемых земель Красноярского края (лесостепная зона Средней Сибири). Агрофон западной (приводораздельной) части северного массива, для которой производился расчет, представлен в 2009 и 2010 гг. стерней, в 2011 г. – залежью; направление обработки почв – поперек склона. Результаты представлены в (табл. 1). Видно, что на данном участке расчетные величины эрозии при применении уточненной методики составляют от 0.6 мм до 1.7 мм. Уточненная модель показывает результаты, в целом приближенные к реальным значениям смыва для участков пашни, занятых залежью и с отсутствием нарушений правил агротехники. Следует отметить, что наибольшее расхождение расчетных и измеренных величин смыва отмечено в приопушечных зонах в восточной части северного массива, при обработке вдоль склона. Измеренные величины смыва в таких условиях достигают экстремальных величин [5, 7], что определяет разницу с вычисленными значениями в 7–10 раз и более.

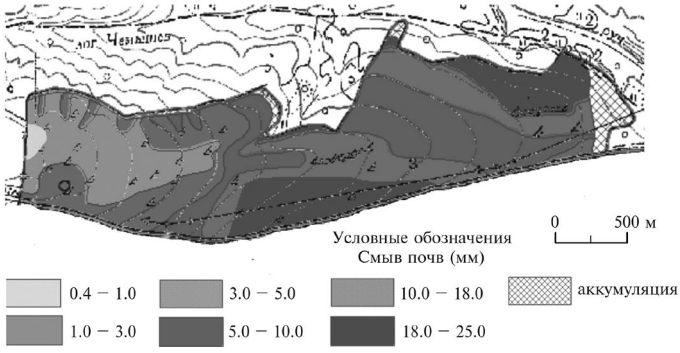

Рис. 6. Пространственное расположение зон с разной интенсивностью смыва почв от талых вод, уч. Долгий Лог, северный массив (усредненные данные за 2009–2017 гг.).

Fig. 6. Spatial location of zones with different intensity of soil flushing from meltwater, the Dolgiy Log area, Northern array (averaged data for 2009–2017).

Таблица 1. Репрезентативные данные по смыву в западной части северного массива уч. Долгий Лог.
Table 1. Representative data on flushing in the western part of the northern massif of the Long Log.

Номер точек со шпильками	Характеристики склона					2010 г.			2011 г.		
						Смыв (–) / аккумуляция (+), мм слоя почвы			Смыв (–) / аккумуляция (+), мм слоя почвы		
	Направление	Уклон, %	Длина, м	Элемент	Экспозиция	Измеренный	Вычисленный (Эр) до уточ.	Вычисленный (Эр) уточ.	Измеренный	Вычисленный (Эр) до уточ.	Вычисленный (Эр) уточ.
1	до 1*	3.1	157	верхняя часть	СВ	–2.4	–0.3	–0.6	–2.5	–0.1	–0.4
2	1–2	4.6	76	средняя часть		–3.2	–0.7	–1.7		–0.4	–1.2
3а	2–3а	4.7	69	нижняя часть		+14.5	–0.7	–1.6	–3.3	–0.3	–1.1
3в	до 3в	2.4	352	средняя часть	СВ	–1.1	–0.3	–0.8		–0.2	–0.6
3б	3в–3б	7.2	25	средняя часть		–1.2	–0.5	–1.1		–0.2	–0.7

Приведем характеристику основных гидрометеорологических факторов, оказывающих влияние на интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов и пространственное распределение величин смыва и аккумуляции.

Интенсивность снеготаяния. Расчет характеристик таяния снега и водоотдачи показали, что максимальная суточная величина поступления воды на поверхность грунта в 2009 г. существенно выше, чем в другие годы наблюдений (42.9 мм/сут), что могло существенно увеличить величину стока и смыва почв. Минимальное значение данной величины за период наблюдений отмечено в 2010 г (25.6 мм/сут) и до 2017 г. изменялась внутри этого диапазона.

Предшествующее осеннее увлажнение почв. Величина осеннего увлажнения почв характеризуется количеством воды, содержащейся в почвенном покрове в период, предшествующий установлению стабильных отрицательных температур воздуха (октябрь-ноябрь). Гидрометеорологические условия в осенний период оказывают воздействие на характеристики стока и величины смыва почв в последующую весну. Оно заключается в насыщении верхнего слоя почвы водой и, соответственно, формировании водонепроницаемости почв. Это влияет на потери талого стока на впитывание и, соответственно, увеличение или уменьшение интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов в последующий весенний период [7, 10, 13, 23].

Исследованиями, выполненными А.А. Танасиенко для Западной Сибири [20, 21] установлено, что при влажности почв более 20% все мерзлые грунты становятся почти водонепроницаемыми независимо от их гранулометрического состава. Из этого можно заключить, что степень водонепроницаемости мерзлых грунтов определяется степенью их насыщения водой перед наступлением стабильных отрицательных температур воздуха [2, 13, 21, 24]. Согласно исследованиям В.Д. Комарова [13, 14], при фиксированной влажности потери стока уменьшаются с ростом глубины промерзания почвы. Эта зависимость прослеживается до глубины промерзания 60 см. В суровых условиях сибирских зим, глубина промерзания почти ежегодно превышает 60 см и является некоторым «постоянным фоном». Следовательно, изменчивость потерь стока в Сибири определяется преимущественно варьированием осеннего увлажнения бассейнов [2, 7, 9, 13].

В годы наиболее объемных полевых наблюдений (2009–2011 гг.) расчетный показатель осеннего увлажнения находился в диапазоне от 28.9 до 57.6 мм. В 2017 г. его величина была минимальной за период наблюдений и составила 21 мм. Выполненное сопоставление измеренных величин смыва от талых вод с показателем осеннего увлажнения и с величиной модуля осеннего стока р. Бузим подтвердило их корреляцию (см. табл. 2).

Формирование сугробов. Северный массив участка Долгий Лог имеет окаймление лесом в западной, северной и восточной частях своих границ. Совместно с воздействием господствующих юго-западных и западных ветров, это вызывает образование сугробов в приопушечных зонах в восточной и северо-восточной частях массива – высота снега достигает 100–120 см, величина снегозапаса – 275–309 мм (рис. 7). Таяние снежного покрова на участках высокого снегонакопления затягивается, и в заключительной фазе может происходить при высокой температуре и интенсивности снеготаяния. В этих условиях величины смыва выше на северных и северо-восточных склонах с наибольшим снегонакоплением и более поздним сходом снега (рис. 6, 8). Этому способствует протаивание и прорывы снежных перемычек, преграждавших путь скоплениям воды, временно задержанной в лужах под снегом [7].

Таблица 2. Метеорологические факторы и смыв почв, северный массив участка Долгий Лог.
Table 2. Meteorological factors and soil washout, northern massif of the Dolgiy Log area.

Год	Дата измерения эрозии	Максимальное суточное поступление воды на поверхность почвы, мм	Средний запас воды в снеге и осадки (S + X), мм	Слой поверхностного стока весеннего половодья р. Бузим – с. Малиновка (Y), мм	Предшествующее осеннее увлажнение		Средний смыв, мм
					Расчетный показатель, мм	Модуль стока M, р. Бузим – с. Малиновка (октябрь + ноябрь, за предшествующий год), л/с×км²	
2009	26 апр.	42.9	123.4	37.5	57.6	1.9	15.5
2010	10 май	30.0	154.9	64.1	28.9	1.2	4
2011	29 апр.	25.7	105.3	32.1	41.8	1.7	10.6
2013	20 апр.	40.0	87.6	43.6	38.9	1.6	5.4
2017	15 апр.	31.9	70.0	16.9	21	0.7	3.0

Сопоставление величин смыва почв и снегозапасов на северном массиве участка Долгий Лог показывает, что зонам с наибольшим снегонакоплением, расположенным в северной и северо-восточной частях северного массива (240–309 мм), как правило, соответствуют наибольшие величины смыва – от 10 до 25 мм (рис. 6, рис. 7). Соответственно, в зонах с меньшим снегозапасом (70–140 мм) в западной и юго-западной частях опытного участка зафиксированы минимальные величины смыва – от 0.4 до 5 мм. Таким образом, прослеживается корреляция величин смыва и снегозапаса по площади опытного участка, что подтверждает влияние накопления и распределения снежного покрова на интенсивность процессов эрозии.

Одновременное влияние нескольких факторов в восточной части опытного участка на интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов, таких как поздневесенние сугробы, продольная обработка почвы, а также высокие скорости водных потоков, образующиеся вследствие возрастания удельных расходов воды, обуславливают в данной зоне наибольшие величины смыва за весь период наблюдений [7, 8, 18, 22].

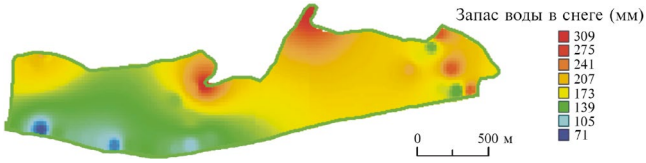

Рис. 7. Распределение величин снегонакопления на северном массиве участка Долгий Лог (усредненные данные за 2009–2017 гг.).

Fig. 7. Distribution of snow accumulation values in the Northern array of the Dolgiy Log area (averaged data for 2009–2017).

Рис. 8. Поздневесенний сугроб и аккумуляция продуктов смыва в восточной части северного массива уч. Долгий Лог, апрель 2017 г.

Fig. 8. Late-spring snowdrift and accumulation of flushing products in the eastern part of the Northern array of the Dolgiy Log area, April 2017.

Исходя из вышесказанного, выделим отличительные особенности пахотных массивов на наклонных водораздельных поверхностях в северной части Красноярской лесостепи, ежегодно влияющие на распределение потоков талых вод и интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов на примере северного массива участка Долгий Лог [7].

1. *Геометрия северного массива*. Как было указано выше, северный массив участка представляет собой наклонную водораздельную поверхность. Присутствуют два смежных широких склона *I и II*, имеющие общее понижение в восточном направлении. Вследствие этого, в процессе стекания основного потока талых вод происходит его разделение (рис. 3), при этом максимальные значения скоростей водных потоков, смыва и аккумуляции наблюдались в восточной и северо-восточной частях северного массива.

2. *Длины склонов*. На участке Долгий Лог преобладают склоны со значительной протяженностью – от 500 до 2500 м. Поскольку средний уклон на опытном участке небольшой (2.5°), высокие значения смыва могут возникать вследствие влияния длинных склонов, в результате возрастания удельных расходов воды и скоростей течения.

3. *Формирование сугробов*. Окаймление лесом по периметру границ участка совместно с воздействием преобладающих ветров вызывает образование сугробов в приопушечных зонах. Таяние снежного покрова на участках высокого снегонакопления затягивается, и в заключительной фазе может происходить при высокой температуре и, соответственно, большой интенсивности снеготаяния. В этих условиях величины смыва выше на северных склонах с наибольшим снегонакоплением и более поздним сходом снега.

4. *Обработка почвы вдоль склона*. Данный фактор наблюдался ежегодно в период наблюдений. Наблюдения многих авторов [8, 12, 18] показывают, что вспашка вдоль склона многократно усиливает интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов. Отметим, что общее направление борозд совпадает с направлением движения потока талых вод в восточном направлении от высоты 274.0.

5. *Распределение величин влажности почв*. Исследования влажности почв на участке Долгий Лог перед снеготаянием показали, что содержание влаги в почве увеличивается вниз по склону. Например, влажность почв перед снеготаянием в 2011 году в западной части массива составила в среднем 30.5%, в то время как в восточной (нижняя часть водораздельного плато) – 50.1%. Данный фактор уменьшает впитывание талых вод и, соответственно, увеличивает интенсивность эрозии.

Рекогносцировка района исследований и изучение картографических материалов показывают, что в северной части Красноярской лесостепи доля эрозионно-опасных пахотных массивов, аналогичным по своим характеристикам северному массиву участка Долгий Лог, составляет 30–35% от общей площади пашни. Общая площадь Красноярской лесостепи составляет 777 000 га, из них площадь северной части – примерно 350 000, степень распаханности территории составляет примерно 21% [7]. Следовательно, общая площадь пашни в северной части составляет 73 500 га, 22 000 га из которых относятся к числу эрозионно-опасных или подвержены сильному смыву. Смытые частицы в большом количестве выносятся за пределы пахотных земель, основная их масса откладывается в прилегающих лесных массивах и приопушечных зонах (рис. 4, 6, 8), а также на днищах балок, суходолов и оврагов. В зависимости от водности рассматриваемых лет, примерно 0.5–2% от их количества достигает эрозионно-русловой сети [7].

На вышеуказанных участках пахотных массивов северной части Красноярской лесостепи вследствие интенсивной эрозии происходит уменьшение мощности гумусового горизонта, изменение его свойств, снижение плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, часть пахотных земель на исследуемой территории требует проведения специальных почвозащитных мероприятий. В связи с этим, уместно привести следующие рекомендации по защите почв от водной эрозии на этих землях:

- повсеместная вспашка поперек склона с почвоуглублением;
- чизелевание до 40 см вглубь почвы с сохранением стерни;
- применение щелевания на наиболее крутых склонах (5–7° и более);
- создание стерневых кулис поперек склона при уборке зерновых культур;

На участках пашни с максимальными значениями смыва и наиболее эродированными почвами (на примере участка Долгий Лог – восточная часть северного массива) следует производить залужение многолетними травами до 5 лет (люцерна, костер, тимофеевка и т. д.), с подсевом на 4-й или 5-й год, внесение минеральных удобрений. В зонах концентрации стока с начальными этапами процессов оврагообразования – производить засыпку. Кроме того, целесообразно рассмотреть вопрос о трансформации угодий – переводе в сенокос или пастбище.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований можно сделать следующие выводы.

Интенсивность эрозии на различных элементах исследуемых пахотных массивов изменяется от «слабой» до «катастрофической» по классификации [22], измеренные значения смыва изменяются от 0.4 до 25 мм.

Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов под воздействием талых вод на массивах пашни, расположенных на наклонных водораздельных поверхностях, определяется комплексом гидрометеорологических факторов и условий подстилающей поверхности. Наибольшие величины снеготалой эрозии отмечены в низинах пахотных массивов на склонах, северной, восточной и северо-восточной экспозиций, которые характеризуются максимальным накоплением снега и неравномерностью его залегания, формированием поздневесенних сугробов, высокой влажностью почв и наибольшими скоростями водных потоков. Суммарно это приводит к экстремально высоким значениям смыва (до 20–25 мм).

Специфика распределения талого стока по пахотным массивам, расположенным на наклонных водораздельных поверхностях, объясняет формирование зон интенсивной эрозии в нижней части склонов по периметру данных участков (до 15–20 мм), а также значительные величины аккумуляции наносов (25–35 см) в прилегающих лесных массивах.

В условиях невысоких значений крутизны склонов (в среднем 2.5–3°), влияние рельефа на эрозию в значительной степени определяется высокими длинами склонов и линий тока талых вод (от 400 м и выше). Возрастание величин смыва происходит вследствие увеличения удельных расходов воды.

Установлено заметное влияние предшествующего осеннего увлажнения почв и дружности снеготаяния на интенсивность снеготалой эрозии как в пространственном, так и во временном аспектах – при его низком значении увеличиваются потери стока на впитывание, эрозионный потенциал талых вод снижается. С одной стороны, с увеличением влажности почв интенсивность смыва возрастает вниз по склону с выносом продуктов смыва за пределы пахотных угодий и их аккумуляцией в прие-

гающих нераспаханных низинах склонов, приопушечных зонах и лесных участках, с другой – присутствует значительная корреляция средних значений эрозии и величин осеннего увлажнения почв в динамике по годам наблюдений.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают большую благодарность и признательность заведующему НИЛ Эрозии почв и русловых процессов Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д-ру геогр. наук С.Р. Чалову; д-ру с.-х. наук Ю.Ф. Едимеичеву; канд. геогр. наук А.В. Кожуховскому за рекомендации и обсуждение.

Статья посвящается памяти выдающегося ученого-гидролога, д-ра геогр. наук, профессора Д.А. Буракова (1939–2024).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баженова О.И.* Закономерности движения рыхлого материала на лесостепных склонах в Назаровской впадине (по результатам стационарных наблюдений) // География и природные ресурсы. 1982. № 2. С. 98–103.

2. *Бураков Д.А., Иванова О.И.* Анализ формирования и прогноз стока весеннего половодья в лесных и лесостепных бассейнах рек Сибири. М., Метеорология и гидрология, 2010, № 6, с. 87–100.

3. *Бураков Д.А., Маркова Е.Э.* Эрозия почв: учеб. пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2009. 160 с.

4. *Голубев И.А.* Исследование водной эрозии почв в зоне равнинной лесостепи Красноярского Края // Вестник КрасГАУ. 2009. № 4(31). С. 149–152.

5. *Голубев И.А.* Смыв почв талыми водами на пашне северной части Красноярской лесостепи // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 360. С. 172–175.

6. *Голубев И.А.* Уточнение региональной методики расчета потенциального смыва почв от талых вод для северной лесостепи Средней Сибири // Известия Русского географического общества. 2023. Т. 155. № 3–4. С. 17–29. https://doi.org/10.31857/S0869607123030060.

7. *Голубев И.А.* Эрозия почв от талых вод на сельскохозяйственных землях Красноярской лесостепи: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.27 / Голубев Игорь Александрович. Красноярск, 2022.

8. *Евсеева Н.С.* Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.

9. *Иванова О.И.* Гидрологический анализ и прогноз весеннего половодья лесных и лесостепных рек Средней Сибири: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.27 / Иванова Ольга Игоревна. Красноярск, 2011.

10. *Калюжный И.Л., Павлова К.К.* Формирование потерь талого стока. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 159 с.

11. *Киселев П.Г.* Справочник по гидравлическим расчетам. М-Л.: Госэнергоиздат, 1957. 242 с.

12. *Кнауб Р.В.* Географический анализ факторов поверхностного смыва и оценка современной эрозии на пахотных землях Томь-Яйского междуречья (в пределах Томской области): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / Кнауб Роман Викторович. Томск, 2006.

13. *Комаров В.Д.* Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР. М.: Гидрометеоиздат, 1959, 295 с.

14. *Комаров В.Д., Макарова Т.Т., Синегуб Е.С.* Расчет гидрографа половодья небольших равнинных рек на основе данных об интенсивности снеготаяния // Труды Гидрометцентра СССР. 1969. Вып. 37.

15. *Орлов А.Д.* Водная эрозия почв Новосибирского Приобья / отв. ред. Ковалев Р.В. Новосибирск: Изд-во «Наука» Сиб. отд., 1971.

16. *Петенков А.В.* Количественная оценка неполноты минимального стока малых неизученных рек // Труды V Всесоюзного Гидрологического съезда. Т. 6. Теория и методы гидрологических расчетов. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. С. 479–484.

17. *Попов Е.Г.* Гидрологические прогнозы. Л.: Гидрометеоиздат, 1979, 256 с.

18. Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири / под ред. О.И. Баженовой, Е.М. Любцовой, Ю.В. Рыжова, С.А. Макарова. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. 208 с.

19. Руководство по гидрологическим прогнозам. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. Вып. 1. 358 с.

20. *Танасиенко А.А., Путилин А.Ф., Артамонова В.С.* Экологические аспекты эрозионных процессов: Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН, Ин-т почвоведения и агрохимии СО РАН; науч. ред. И.М. Гаджиев. Новосибирск, 1999. 89 с.

21. *Танасиенко А.А.* Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 176 с.: ил.

22. *Шикула Н.К., Рожков А.Г., Трегубов П.С.* К вопросу картирования территории по интенсивности эрозионных процессов // Оценка и картирование эрозионно-опасных и дефляционноопасных земель. М., 1973.

23. *Grawford N.H. and Linsley R.K.* A conceptual model of hydrologic cycle. Intern. Assoc. Sci. Hydrol. Publ. 1963. № 63.

24. *Hayashi M., van der Kamp G., Schmidt R.* Focused infiltration of snowmelt water in partially frozen soil under small depressions. // Journal of Hydrology, 2003. V. 270. P. 214–229.

The Specifics of тhe Development of Soil Flushing During Spring Snowmelt in the Arable Land of the Northern Zone of the Krasnoyarsk Forest-Steppe

I. A. Golubev[1, *], O. I. Ivanova[2, **]

[1]*Branch of PJSC "Rosseti Sibir" – "Krasnoyarskenergo", Krasnoyarsk, Russia*
[2]*Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia*
**E-mail: igorgol1984@bk.ru*
***E-mail: ivolga49@yandex.ru*

Abstract – The results of studies of soil flushing and accumulation in the period 2009–2017 in the northern part of the Krasnoyarsk forest-steppe in areas with high intensity of erosive and accumulative processes are presented. A wide range of erosion values from meltwater has been established – from 0.4 to 25 mm for the spring period. The results of the application of a refined Regional model for calculating potential flushing for the northern part of the Krasnoyarsk forest-steppe are presented. The analysis of meteorological factors and conditions of the underlying surface affecting the distribution of values of melt runoff, flushing and accumulation of soils on arable massifs located on inclined watershed surfaces is carried out: the specificity of the distribution of meltwater flows determines the formation of zones of extreme erosion along the perimeter of arable land in the lower parts of the slope – up to 15–20 mm of soil layer. In conditions of low slope steepness, the effect of relief on erosion is largely determined by the high slope lengths and melt water flow lines. The distribution of flushing values over the area of arable land shows a close correlation with the values of snow accumulation and soil moisture. The spatial and temporal patterns of the influence of the previous autumn

soil moisture on the intensity of erosion have been established: the values of flushing increase with increasing soil moisture, the average values of erosion correlate with the values of autumn soil moisture in dynamics over the years of field observations. Special soil protection measures have been proposed for sites with the most intensive flushing in the research area.

Keywords: flushing, slopes, meltwater, surface runoff, snow accumulation, snowmelt intensity, autumn humidification

REFERENCES

1. Bazhenova O.I. Zakonomernosti dvizheniia rykhlogo materiala na lesostepnykh sklonakh v Nazarovskoi vpadine (po rezul'tatam statsionarnykh nabliudenii) // Geografiia i prirodnye resursy. 1982. № 2. P. 98–103.

2. Burakov D.A., Ivanova O.I. Analiz formirovaniia i prognoz stoka vesennego polovod'ia v lesnykh i lesostepnykh basseinakh rek Sibiri. M., Meteorologiia i gidrologiia, 2010, № 6, s. 87–100.

3. Burakov D.A., Markova E.E. Eroziia pochv: ucheb. posobie. Krasnoiarsk: Krasnoiar. gos. agrar. un-t., 2009. 160 p.

4. Golubev I.A. Issledovanie vodnoi erozii pochv v zone ravninnoi lesostepi Krasnoiarskogo Kraia // Vestnik KrasGAU. 2009. № 4(31). P. 149–152.

5. Golubev I.A. Smyv pochv talymi vodami na pashne severnoi chasti Krasnoiarskoi lesostepi // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 360. P. 172–175.

6. Golubev I.A. Utochnenie regional'noi metodiki rascheta potentsial'nogo smyva pochv ot talykh vod dlia severnoi lesostepi Srednei Sibiri // Izvestiia Russkogo geograficheskogo obshchestva. 2023. V. 155. № 3–4. P. 17–29. https://doi.org/10.31857/S0869607123030060.

7. Golubev I.A. Eroziia pochv ot talykh vod na sel'skokhoziaistvennykh zemliakh Krasnoiarskoi lesostepi: dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.27 / Golubev Igor' Aleksandrovich. Krasnoiarsk, 2022.

8. Evseeva N.S. Sovremennyi morfolitogenez iugo-vostoka Zapadno-Sibirskoi ravniny. Tomsk: Izd-vo NTL, 2009. 484 p.

9. Ivanova O.I. Gidrologicheskii analiz i prognoz vesennego polovod'ia lesnykh i lesostepnykh rek Srednei Sibiri: dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.27 / Ivanova Ol'ga Igorevna. Krasnoiarsk, 2011.

10. Kaliuzhnyi I.L., Pavlova K.K. Formirovanie poter' talogo stoka. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981. 159 p.

11. Kiselev P.G. Spravochnik po gidravlicheskim raschetam. M-L.: Gosenergoizdat, 1957. 242 p.

12. Knaub R.V. Geograficheskii analiz faktorov poverkhnostnogo smyva i otsenka sovremennoi erozii na pakhotnykh zemliakh Tom'-IAiskogo mezhdurech'ia (v predelakh Tomskoi oblasti): dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.23 / Knaub Roman Viktorovich. Tomsk, 2006.

13. Komarov V.D. Vesennii stok ravninnykh rek Evropeiskoi chasti SSSR. Moskva: Gidrometeoizdat, 1959, 295 p.

14. Komarov V.D., Makarova T.T., Sinegub E.S. Raschet gidrografa polovod'ia nebol'shikh ravninnykh rek na osnove dannykh ob intensivnosti snegotaianiia // Trudy Gidromettsentra SSSR. 1969. Vyp. 37.

15. Orlov A.D. Vodnaia eroziia pochv Novosibirskogo Priob'ia / otv. red. Kovalev R.V. Novosibirsk: Izd-vo «Nauka» Sib. otd., 1971.

16. Petenkov A.V. Kolichestvennaia otsenka nepolnoty minimal'nogo stoka malykh neizuchennykh rek // Trudy V Vsesoiuznogo Gidrologicheskogo sezda. V. 6. Teoriia i metody gidrologicheskikh raschetov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. S. 479–484.

17. Popov E.G. Gidrologicheskie prognozy. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979, 256 p.

18. Prostranstvenno-vremennoi analiz dinamiki erozionnykh protsessov na iuge Vostochnoi Sibiri / pod red. O.I. Bazhenovoi, E.M. Liubtsovoi, IU.V. Ryzhova, S.A. Makarova. Novosibirsk: Nauka. Sib. predpriiatie RAN, 1997. 208 p.

19. Rukovodstvo po gidrologicheskim prognozam. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. Vyp. 1. 358 p.

20. Tanasienko A.A., Putilin A.F., Artamonova V.S. Ekologicheskie aspekty erozionnykh protsessov: Analit. obzor / GPNTB SO RAN, In-t pochvovedeniia i agrokhimii SO RAN; nauch. red. I.M. Gadzhiev. Novosibirsk, 1999. 89 p.

21. Tanasienko A.A. Spetsifika erozii pochv v Sibiri. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2003. 176 p.: il.

22. SHikula N.K., Rozhkov A.G., Tregubov P.S. K voprosu kartirovaniia territorii po intensivnosti erozionnykh protsessov // Otsenka i kartirovanie erozionno-opasnykh i defliatsionnoopasnykh zemel'. Moscow, 1973.

23. Grawford N.H. and Linsley R.K. A conceptual model of hydrologic cycle. Intern. Assoc. Sci. Hydrol. Publ. 1963. № 63.

24. Hayashi M., Van der Kamp G., Schmidt R. Focused infiltration of snowmelt water in partially frozen soil under small depressions. // Journal of Hydrology, 2003. V. 270. P. 214–229.

УДК 911.6

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ СЛЕД СЕВЕРНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 1905 ГОДА: ИСТОРИЧЕСКОЕ И СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

© 2024 г. Ю.В. Дворников[a], *, Л.А. Нестерова[a], **

[a] *Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия*

**E-mail: dvo-juri@yandex.ru*

***E-mail: l-nesterova@mail.ru*

Поступила в редакцию 30.06.2023 г.
После доработки 20.07.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Рассмотрена и описана недостаточно освещенная Северная экспедиция 1905 года под руководством И.С. Сергеева, К.В. Иванова и И.И. Ислямова. На основе исследования архивных документов показана подготовка экспедиции в высших государственных инстанциях Российской Империи и конкретные обстоятельства ее прохождения от европейских морских портов до российского речного порта в Енисейске. Анализируется значение экспедиции в связи с современными ей реалиями. Также приводится оценка важности водного пути по Енисею, связывающего как Юг и Север, так и Запад и Восток России. Подчеркнута особая роль деятельности некоторых участников, в особенности И.И. Ислямова, которые сыграли заметную роль в географическом изучении России, но при этом остались малоизвестны как широкому кругу, так даже и многим специалистам.

Ключевые слова: И.И. Ислямов, И.С. Сергеев, Северная экспедиция, Северный морской путь, Транссиб, Русско-Японская война

DOI: 10.31857/S0869607124010049, **EDN**: OCOKFP

ВВЕДЕНИЕ

В России конца XIX – начале XX вв. было проведено несколько интересных, экспериментальных экспедиций к устьям сибирских рек. Детальные описания многих из них содержатся в старых или малотиражных изданиях, а подготовка их, зачастую, и совсем забыта.

Если имена, закрепленные в наименованиях географических объектов (Баренц, Вилькицкий и мн. др.) или попавшие в целенаправленные пропагандистские компании (челюскинцы, папанинцы) стали широко известными, то ряд исследователей, действительно внесших серьезнейший вклад в российское освоение Арктики, остается вне поля зрения отечественного массового сознания, не говоря уж о мировом. В рамках данной статьи авторы остановились на детальном освещении одной из таких экспедиций, а именно Северной экспедиции 1905 г. на Енисей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основными материалами для подготовки настоящей статьи послужили неопубликованные в печати, но доступные в Российском государственном архиве ВМФ документы. В частности были изучены материалы фонда 404, содержащего 10 опи-

сей. Изучалась и использовалась в основном опись 1 – распорядительная часть, которая включает в себя документы о зачислении, командировании, награждении, назначении пенсий и пособий, увольнении личного состава и т. д. Всего в описи 1 содержится 843 дела. Наиболее важное для поставленных задач – дело 457 «Об организации и личном составе экспедиции Министерства путей сообщения на реку Енисей (По снаряжению экспедиции Министерства путей сообщения в реку Енисей)» из 191 страницы, содержащее в частности:

• всеподданнейший доклад министра путей сообщения по вопросу об организации речного флота на р. Енисее (от 31.03.1905) [4];

• журнал высочайше учрежденного особого совещания по вопросам о речных и гужевых путях Сибири и о доставке в Сибирь грузов морским путем (28.03.1905) [5];

• переписку Министра путей сообщения с его высокопревосходительством Ф.К. Авеланом о командировании в экспедицию Вилькицкого, Сергеева, Богославского, Иванова, Добротворского, Ислямова, о передаче парохода «Пахтусов» [6];

• итоговый документ о назначении и предписание [7];

• материалы об организации экспедиции: назначении водолазов, содержании участников экспедиции (подъемные средства и др.) [8];

• материалы о выезде за границу Сергеева, Ислямова, Вилькицкого [9];

• материалы об ассигновании средств, о принятии водолазной команды, о выходе «Пахтусова» [10];

• телеграммы и письма о согласовании руководства Вилькицким проводки судов через Югорский Шар [11];

• рапорт Вилькицкого о его выходе к Югорскому Шару на транспорте «Бакан» [12];

• телеграммы о прибытии в Лямчину губу и стоянке на Вайгаче [13];

• рапорты и свидетельства об отправленных телеграммах, копии телеграмм, в том числе с пояснениями Вилькицкого о поломке на Ермаке, князя Долгорукова, сопровождавшего транспорты «Свеаборг» и «Гапсаль» [14];

• телеграммы об окончании перехода через Карское море [15];

• благодарность и просьба о вознаграждении команды транспорта «Бакан» [16];

• телеграммы и другие сообщения от Иванова и Ислямова о прибытии судов в Енисейск с грузами, перечень грузов, о поломках на судах, о нехватке лоцманов, о непогоде [17];

• рапорты, правки, выписки из табеля довольствия морских чинов при заграничных командировках, об ассигновании средств в уплату отпущенных в кредит медицинских товаров, документы об оплате установки пяти опознавательных знаков на о-вах Белом, Вилькицкого, Сибирякова, о довольствии офицеров, возмещении путевых расходов и др. [18];

Кроме того, изучались и использовались данные из фонда 406, содержащие три послужных списка Ислямова, сведения о назначении в Северную экспедицию [19], назначение начальником экспедиции для розыска старшего лейтенанта Седова и его спутников (приказ по Морскому ведомству № 102) [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Северный путь, давно уже известный в западной его части, активно использовался еще в XVII в., однако малый ледниковый период затормозил его развитие. Впоследствии, уже в XIX в., промышленники М.К. Сидоров и А.М. Сибиряков активно продвигали идею возрождения «кружного морского пути» из Европы в Азию. После

прохождения Карского моря А. Норденшельдом и Дж. Виггинсом (1874 г. – Виггинс достигает устья Оби, 1875 г. – Норденшельд Енисея, 1878 г. – знаменитое плавание Норденшельда на «Веге» в Тихий океан и др.) иностранные державы оценили идею использования пути для торговых отношений на азиатских просторах. Российские купцы также, закупая корабли за рубежом, принимали участие в использовании этого пути. Количество транспортных рейсов, совершенных по Северному Ледовитому океану в Сибирь, насчитывает с 1876 г. по 1900 г. 80 плаваний, однако, далеко не все из них были успешными [2].

Поражающий воображение, по историческим меркам мгновенный (всего около 150 лет) бросок на Восток российских первопроходцев вкупе с чисто природными особенностями создал одну из основных проблем российской государственности: плохую связность европейской и азиатской частей. На различных этапах своего трансконтинентального существования Россия по-разному пыталась преодолеть эту проблему [1].

Северная экспедиция начала XX века с этой точки зрения представляет не только историко-географический, но и вполне актуальный политико- и экономико-географический интерес, поскольку проблема не только не исчезла, но и с распадом СССР усилилась. Вопрос о территориальной, а значит, и экономической, социальной и политической связности российского Пред- и Зауралья стоит сегодня все так же остро. В этом свете знание и анализ успехов и неудач Северной экспедиции 1905-го года может оказать существенную помощь исследователям и государственным деятелям, анализирующим и принимающим решения прямо сейчас. Кроме того, в состав Северной экспедиции входили участники, оставившие заметный след и в географии, например, И.И. Ислямов. О его руководстве операцией по розыскам Г. Седова и присоединении к территории России Земли Франца-Иосифа известно довольно много, однако, чтобы прийти к главному делу своей жизни, Ислямов прошел долгий и насыщенный путь, одной из страниц которого стала Северная экспедиция 1905 г. Поэтому в данной статье на роль Ислямова будет обращено особое внимание. [20]

Не впервые, но со всей очевидностью проблема несвязанности восточной и западной частей огромной страны встала во время войны 1904–1905 гг. с Японией. Российская империя столкнулась с тем, что пропускная способность Транссибирской железной дороги не может адекватно обеспечить поставки для ведения военных действий на Дальнем Востоке. И перед государством ставился непростой выбор: либо полноценное снабжение маньчжурской армии, либо обеспечение прочих нужд Восточной Сибири.

Проект по предварительным расчетам обещал и экономическую выгоду: стоимость перевозки морским путем 1 пуда груза равнялось 1 рублю (из Петербурга до Красноярска стоимость перевозки составляла 1 руб. 37 коп). Правда, для получения экономической выгоды требовалось создать на Енисее собственную речную флотилию и решить вопрос с сухопутной частью маршрута от Енисея до железной дороги. Прохождение судов по Енисею было сложной задачей, и морские суда едва ли могли бы пройти енисейским фарватером.

То, что экспедиция организовывалась именно с этой сугубо утилитарной целью, подчеркивается отчетной картой. На ней, помимо речной сети, обозначены только путь следования каравана судов Северной экспедиции и Транссиб (см. рис. 1).

В целом отмечалось сложное отношение в правящих кругах к Северному пути [2]. Но обратим внимание (на основе имеющихся материалов), что на фоне отрицательного отношения к северному пути правительства и многих известных ученых

(Литке, Крузенштерн и т. д.), организация данной экспедиции продемонстрировала определенные сдвиги в его судьбе.

Чтобы полноценно разобраться во всех перипетиях подготовки и прохождения этой экспедиции, авторы обратились к архивным документам, многие данные и выдержки которых публикуются впервые. Распорядительная часть организации экспедиции проходила в три этапа.

1. 12 марта 1905 г. в помещении Главного Управления Торгового Мореплавания и Портов (Адмиралтейская наб. 8) под председательством А.И. Вилькицкого состоялось заседание Комиссии, которая собиралась, чтобы рассмотреть вопрос об установлении правильного сообщения через Карское море.

2. 24 марта состоялся доклад министра путей сообщения князя М.И. Хилкова «По вопросу об организации речного флота на р. Енисей». На этом докладе рукою императора была написана резолюция: «Согласен. Поручаю Вам привести эти предложения в исполнение» [4].

Речь в докладе шла о том, что необходимо организовать сообщение по водным и грунтовым дорогам Сибири для доставки грузов морским кружным путем до устьев Енисея и далее вверх по реке до Енисейска и Красноярска.

Такое значение этому пути придавалось в связи с доставкой военных грузов, но, более того, указывалась необходимость в будущем при предстоящей укладке второго пути на Сибирской магистрали удешевить доставку материалов, давая возможность доставлять грузы, необходимые для железнодорожного строительства, в наиболее трудный пункт линии и не обременять перевозкой остальные части дороги.

3. 28 марта прошло высочайше учрежденное особое совещание по вопросам о речных и гужевых путях Сибири и о доставке в Сибирь грузов морским путем.

На совещании присутствовали:

Председатель: министр путей сообщения, статс-секретарь князь М.И. Хилков.

Члены: Главноуправляющий торговым мореплаванием и портами великий князь Александр Михайлович, военный министр генерал-адъютант В.В. Сахаров, за министра внутренних дел товарищ министра сенатор П.Н. Дурново, за министра финансов товарищ министра тайный советник М.Д. Дмитриев, товарищ министра путей сообщения, инженер путей сообщения тайный советник В.А. Мясоедов-Иванов.

Присутствовали для дачи объяснений: начальник управления военных сообщений, генерал-лейтенант Н.Н. Левашов; начальник управления внутренних водных путей и шоссейных дорог, действительный статский советник Иваницкий и помощник начальника главного гидрографического управления, генерал-майор А.И. Вилькицкий.

В протоколе заседания главная обсуждаемая проблема – даже не стоимость перевозки (хотя и это было важно), а поможет ли такой способ доставки разгрузить Транссиб. Так, основным возражающим оказался товарищ (заместитель) министра финансов тайный советник М.Д. Дмитриев, и его аргументация весьма показательна: «Товарищ министра финансов указывает на рискованность данного предприятия. Так как все равно грузы не доходят на самый театр военных действий, а только до Красноярска, то есть к тому участку Сибирской магистрали, который и так является наиболее трудным в эксплуатации, то есть разгрузится и без того свободный участок Сибирской магистрали. Поэтому тратить средства Государственного казначейства нецелесообразно» [19].

Мнения членов комиссии разделились. К мнению о рискованности и нецелесообразности присоединился и министр путей сообщения М.И. Хилков.

Особое Совещание признало, что эта проблема распадается на четыре категории: на вопросы об организации доставки грузов морским путем в Сибирь, об утилизации (т.е. обустройстве соответствующей инфраструктурой) речных путей Сибири с устройством между ними волоков, об организации гужевых перевозок по грунтовым дорогам и об организации автомобильных по ним сообщений.

«По сему предмету Председатель Особого Совещания объяснил, что из всех вышеуказанных способов доставки грузов на Восток наиболее целесообразным является, по его мнению, доставка из Архангельска и Балтийского моря до устья Енисея и далее вверх по реке до г. Енисейска» [5].

Совещание также рассмотрело данные, полученные от капитана Дж. Виггинса, руководившего доставкой рельсов для строительства Транссиба северным путем еще в плавании 1893-го года. По этим данным с конца июля до половины сентября навигация по Карскому морю не встречает никаких затруднений, затем далее вверх по реке фарватер совершенно свободный и морские суда с осадкой до 9 футов могут свободно доходить до Енисейска. Если использовать морские суда грузоподъемностью до 5 000 тонн и осадкой 22 фута, то они войдут в устье р. Енисей и дойдут до села Гольчиха, далее необходима перегрузка на баржи и пароходы, которые идут до Енисейска. Но на Енисее на данный момент отсутствует надлежащий речной флот.

А.И. Вилькицкий пояснил, что согласен с выкладками Дж. Виггинса о временном отрезке свободного плавания по Карскому морю, но предложил иной перегрузочный пункт – не Гольчиху, а Бреховские острова. Кроме того, Вилькицкий предлагал рассчитывать на доставку не 6 000 000 пудов груза, а 4 500 000, т. е. предполагать, что речной караван успеет сделать один полный рейс и один рейс в половинном составе.

Великий князь Александр Михайлович, занимавший должность главноуправляющего торговым мореплаванием и портами «всецело поддержал» идею плавания до устья Енисея. Он сообщил, что решено уже в текущую навигацию командировать «Ермак» и еще один ледокол в эти моря для производства дополнительных исследования. Его высочество согласился, что основная тягость вопроса в немедленном создании речного флота на Енисее.

Таким образом, вопрос об организации специальной экспедиции Министерства путей сообщения на р. Енисей был решен. [19]

Начался отбор участников экспедиции. Он проводился очень тщательно, т. к. нужны были специалисты, которые могли бы

а) выбрать подходящие суда для покупки (было принято решение о покупке судов за границей, т. к. производить свои суда с мощным двигателем у России возможности не было) б) провести эти суда водным путем до Енисейска

в) провести экспедиционные работы для дополнительного изучения возможности проводки судов по Енисею и в целом оценить опасности и достоинства такого способа доставки грузов из европейской в азиатскую часть страны.

При министерстве путей сообщения создается комиссия под председательством действительного статского советника Б.Е. Иваницкого. Представителем от морского ведомства был избран помощник начальника главного гидрографического управления А.И. Вилькицкий, также в ведение Министерства путей и сообщения поступают подполковник И.С. Сергеев и капитан 2 ранга К.В. Иванов. Сергеев вместе с специалистами-инженерами должен был организовать покупку судов, а также осуществить их проводку к Енисею. Иванов также принимал участие в покупке судов, но основная его деятельность была связана с принятием экспедиции на Енисее, осо-

бенное внимание уделялось обустройству опасных мест по руслу Енисея, и проводке судов по реке [6].

В середине мая 1905 г. участники экспедиции выезжают в Гамбург, однако перед выездом потребовалось усилить руководящий состав. Поэтому 10 мая Министр путей сообщения М. Хилков пишет письмо в Главное Гидрографическое управление (оно входило в состав Морского министерства) Ф.К. Авелану с просьбой назначить в помощь Сергееву лейтенанта И.И. Ислямова. Авелан не отказал Хилкову, и 12 мая было сделано соответствующее распоряжение о командировании лейтенанта Ислямова в распоряжение Начальника Управления Водных Путей и Шоссейных Дорог для назначения этого офицера в отправляемую на Енисей экспедицию в помощь начальнику экспедиции подполковнику Сергееву [7].

Несмотря на видную роль, которую сыграл Ислямов в освоении Севера, его имя мало известно российскому обществу (за исключением узких специалистов), что представляется крайне несправедливым.

В частности, даже в написании имени и отчества Ислямова нет единообразия. Так, несмотря на то что в тексте послужного списка [19] указано имя «Исхак», в перечне материалов из РГВМА указано имя «Исхан», а в фонде 434, описи 2, ед. хр. 777 того же архива Ислямов обозначен как «Исаак Абрагимович».

Еще в 1899-м году Ислямов принимал участие в пробном плавании ледокола «Ермак» под командованием С.О. Макарова. Он самостоятельно проводил метеорологические, гидрографические наблюдения и измерения, изучал ледовую обстановку, результаты своих наблюдений обобщил и опубликовал в «Морском сборнике» [21].

В послужном списке Ислямова содержится следующая запись о Северной экспедиции: «В 1905 году с 22 июня по 16 ноября находился на судах Министерства Путей Сообщения в экспедиции из Гамбурга в Енисейск в должности помощника начальника экспедиции, причем до Мурманска самостоятельно вел караван из 18 судов, в дальнейшем командовал отрядом пароходов и лихтеров» [19].

Покупка судов оказалась непростым делом, так как они должны были удовлетворять многочисленным требованиям. В частности, у них должна была быть малая осадка, но при этом они должны были быть мореходны и иметь сильную машину, причем с возможностью использовать для котлов и пресную, и соленую воду, а в качестве топлива и уголь, и дрова. В поисках пришлось посетить речные и морские порты Гамбурга, Франкфурта, Майнца, Кельна, Роттердама, Бремена, Любека, Лондона, Ливерпуля и др. [9] Все купленные суда предстояло еще частично переделать (в основном укрепить корпуса судов), чтобы они были пригодны для морского плавания. В итоге было приобретено 2 паровых лихтера «Ангара» и «Лена», буксирные пароходы («Енисейск», «Минусинск», «Туруханск», «Красноярск»), а также 9 непаровых лихтеров (плоскодонных барж). Кроме того, были зафрахтованы 3 немецких морских буксира. Одновременно фрахтуются 4 английских больших морских парохода, однако два из них загораются перед походом в порту Риги и заменяются транспортами Морского министерства «Свеаборг» (отметим, кстати, что на «Свеаборге» врачом состоял исследователь Арктики А.А. Бунге) и «Гапсаль». Из двух оставшихся английских пароходов только один – «Роддам» – дошел до устья Енисея, тогда как другой – «Гамистед» – сел на мель и пробил дно у о. Вайгач [21].

Переход из Гамбурга (Гамбург – Егерзунд (Эгерсунн) – Берген – Александровск-на-Мурмане) основной части флотилии во главе с Сергеевым занял 19 дней. Ислямов зашел в Вардэ (Варде) для пополнения запасов и пришел чуть позже.

Итак, флотилия 31 июля собралась в Екатерининской гавани Александровска-на-Мурмане. Ислямов руководил частью каравана и шел на «Енисейске». Здесь уже находился пароход «Пахтусов», прикомандированный к экспедиции. Командиром «Пахтусова» был известный гидрограф Н.В. Морозов, составитель десятков карт арктических акваторий. Также ожидали прихода ледокола «Ермак».

Из Екатеринской гавани вышли 3 августа двумя отрядами. Первый – под руководством Сергеева на «Пахтусове». В отряд входили «Енисейск» и «Минусинск» с лихтерами на буксире, «Красноярск», «Туруханск» и «Ангара». Второй отряд составили «Лена» и три немецких буксира с двумя лихтерами каждый, «Ермак» с лихтером на буксире. Руководил отрядом Ислямов (шел на «Ермаке»). Для Ислямова «Ермак», как мы отмечали выше, был знакомым судном.

Далее экспедиция следовала следующим маршрутом: 4–5 августа прошли Канин нос, 5 августа – о. Колгуев, 6 – Русский Заворот и устье р. Печора. В эти дни путь судов сопровождала качка и холодный северо-восточный ветер, порой речным судам в таких условиях было нелегко. В ночь с 6 на 7 августа – о. Матвеев, подошли к о. Вайгач (здесь уже ощущалось влияние Карского моря, температуры воздуха и воды значительно снизились). Зайдя в бухту Варнека (при входе в Югорский шар), отряд Сергеева встал на стоянку. Достаточно простой переход первого отряда к Вайгачу давал надежду на благоприятную перспективу в дальнейшем. Югорский шар был свободным от льда. Сергеев предпринял разведку ледовой обстановки, которая оказалась очень неблагоприятной. Выехав на восточный берег Вайгача, он увидел, что все пространство моря к северу и северо-востоку занято льдами. Примерно в это же время 8 августа на западном берегу Вайгача в бухте Лямчиной оказались два английских парохода, один с пробоиной [13].

Для прояснения обстоятельств «Пахтусов» перебирается в Лямчину бухту 10 августа, здесь уже находился транспорт «Бакан» с А.И. Вилькицким на борту, который прибыл в экспедицию, чтобы руководить проводкой судов через Югорский Шар. Вечером этого же дня пришел «Ермак» с остальными судами. [12]

По записям бортовых журналов большую часть времени дул неблагоприятный северный и северо-восточный ветер, и к 12 августа весь пролив был занят льдом [17]. Поэтому руководители экспедиции регулярно проводили ледовую разведку, и 15 августа «Пахтусов» в сопровождении «Ермака» отправился в бухту Варнека из Лямчиной бухты.

На следующий день была предпринята попытка выйти в море, но она оказалась неудачной: суда встретили на своем пути непроходимые льды, более того, возвращаясь назад, «Ермак» наскочил на банку.

Ситуация изменилась к 19 августа, когда задул юго-восточный ветер и Югорский Шар освободился ото льда, правда, эти льды понесло в бухту Варнека, где к этому времени находились все суда. Поэтому было принято решение вывести все корабли на рейд. 20 августа и «Ермак» сошел с камня, продолжать идти дальше он не смог, так как ему нужно было пополнить запасы угля. Ислямов перешел с «Ермака» на «Енисейск». Наконец 21 августа караван из 22 судов двинулся в Карское море. Такая продолжительная незапланированная остановка у Вайгача свидетельствует о рискованности предпринятого похода. Руководители экспедиции отмечают в отчете, что как бы ни были благоприятны расчеты (в том числе и капитана Дж. Виггинса), прав оказался А. Вилькицкий, который говорил о сокращенной навигации по этому пути. Ночью с 21 на 22 августа весь караван прошел Югорский Шар, 22 августа экспедиция последний раз наблюдала большие льды в

Карском море, которые под влиянием южного ветра были отнесены в центральные части моря [14].

К 23 августа вышли к Ямалу, 24 августа к о. Белый. Здесь, огибая остров, «Пахтусов» достиг самой северной широты в экспедиции – 73°49′. Движение так и продолжали по этой линии до входа в Енисейский залив, в который вошли 26 августа. При входе глубина постепенно уменьшалась, но даже суда с глубокой осадкой «Свеаборг», «Гапсаль», «Роддам» сумели преодолеть бар р.Енисей. Добраться до с. Гольчиха в этот день не удалось из-за сильного ветра на Енисее, поэтому караван заночевал у мыса Зверева (на левом берегу Енисея) [14].

Дальнейшее путешествие не создало непреодолимых трудностей, хотя льды еще встречались на пути, и 27 августа караван благополучно прибыл в село Гольчиху. Здесь его встречал К.В. Иванов, который в дальнейшем должен был осуществлять проводку судов вверх по Енисею, а также подготовить все необходимое для принятия каравана, в том числе отметить вехфарватер, осуществить постройку пристаней, нанять рабочих (не менее 300 человек), организовать складские помещения для зимовки. «Пахтусов» и три немецких буксира уже 29 августа отправились в обратный путь, потратив на это всего 10 дней и не встретив нигде льдов [15]. Оставшиеся корабли, во главе которых стоял Иванов на пароходе «Обь» и Ислямов на «Енисейске» к 31 августу дошли до Луковой протоки, которая была неудобна для больших морских пароходов, но зато давала убежище в непогоду для лихтеров. Далее была произведена частичная разгрузка, проходившая сложно. Например, рабочие неохотно носили уголь на крутой берег Енисея, а это было необходимо, потому что часть угля должна была сохраниться до навигации 1906 года, и если бы он остался на низком берегу, то его смыло бы половодьем. Капитаны «Свеаборга», «Гапсаля» и «Роддама» торопились сдать свои грузы, чтобы скорее уйти с Енисея в экстренном темпе. После этого Иванов принимает решение сформировать первый отряд из 4 лихтеров и трех пароходов («Красноярск», «Туруханск», «Лена»), уже загруженных и готовых к плаванию вверх по Енисею. Этот отряд было поручено вести Ислямову.

7 сентября суда вышли из Луковой протоки вверх по Енисею. Второй отряд вышел из протоки 11 сентября. Погодные условия стали меняться, по ночам фиксировались отрицательные температуры, да и днем было не намного теплее. В сочетании с холодным северо-восточным ветром, дождями и туманами условия для плавания были очень суровыми. 20 сентября ударили морозы, 22 сентября температура днем была около -10°С. 26 сентября, миновав о. Пашкова, с. Дудинское, с. Хантайское, Туруханск, у д. Сумароково второй отряд соединился с отрядом Ислямова.

Пройдя 27 сентября устье Подкаменной Тунгуски, а затем Осиновские пороги (проходить их оказалось сложной задачей, так как не хватало знающих енисейский фарватер лоцманов, поэтому пароходы вели только по одному лихтеру) и о. Черный Индыгин к 1 октября достигли с. Ворогово. Октябрь – время завершения навигации на Енисее, но ускорить передвижение каравана не удавалось, так как капитаны были незнакомы с фарватером реки. Несмотря на многочисленные трудности этого последнего отрезка пути, 10 октября экспедиция успешно прибыла в Енисейск. Об этом сообщается в телеграмме Ислямова: «... пароходы Красноярск, Минусинск, Туруханск, Ангара, Лена, семь лихтеров прибыли с грузом (цемент, масло, керосин, пакля) благополучно. Пароходы «Енисейск», «Обь», два лихтера ожидаются в прибытии» [17].

Попытка продвигаться дальше в Красноярск не увенчалась успехом, так как 12 октября река покрылась крупной шугой. Поэтому караван остался на зимовку в

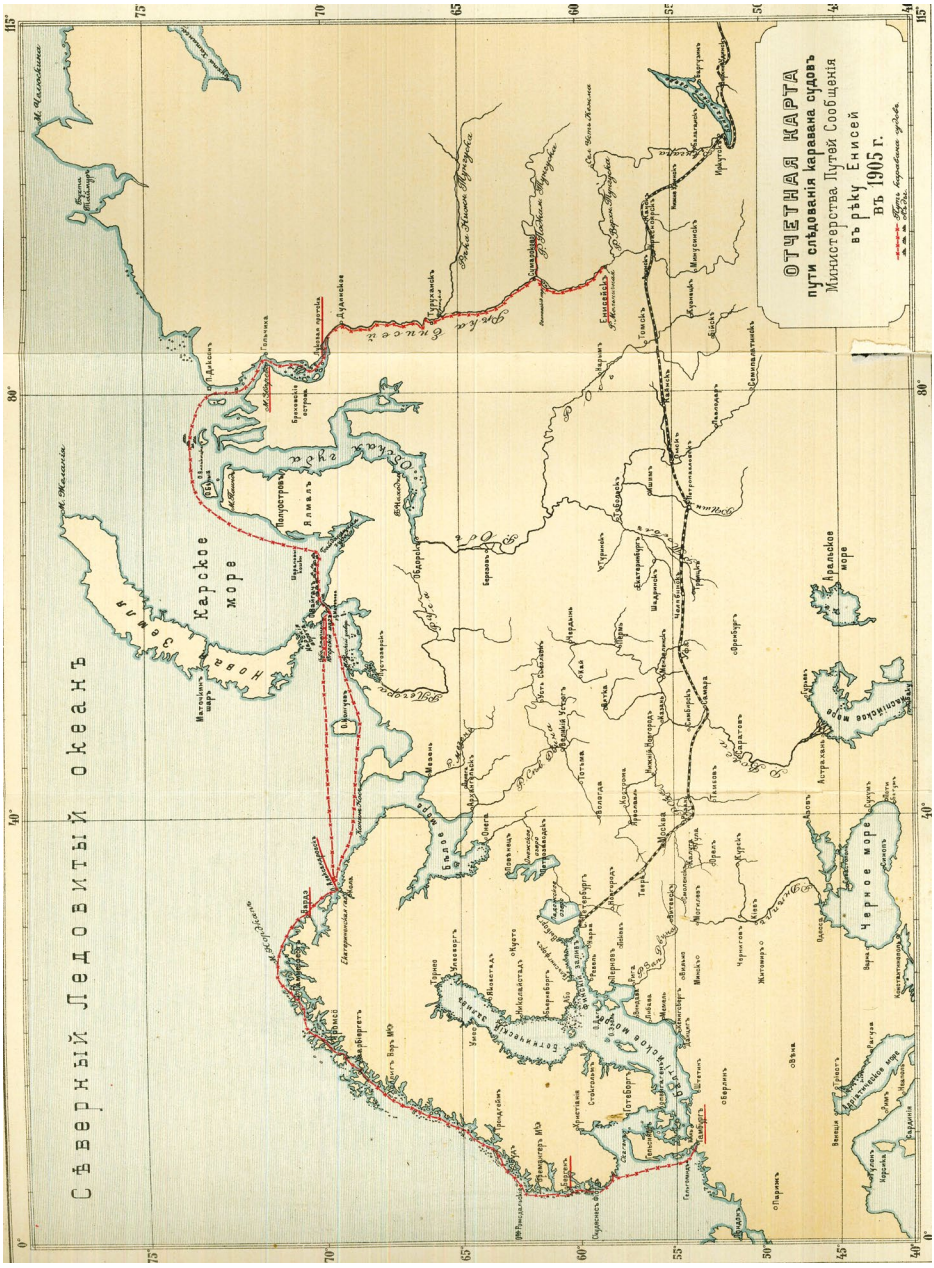

Рис. 1. Отчетная карта пути следования каравана судов Министерства Путей Сообщения в реку Енисей в 1905 г. [3]

Fig. 1. Report map of the route of a caravan of ships of the Ministry of Transport to the Yenisei River in 1905 [3].

Енисейске. Для этого расчистили и углубили протоку Мельничной речки. В декабре почти все участники экспедиции вернулись в Петербург [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом результаты экспедиции оказались противоречивыми.

С одной стороны, была показана принципиальная возможность морского перехода по запланированному маршруту крупных грузовых судов, даже в условиях развития морской техники и навигации начала XX века. При этом были сделаны ценные географические наблюдения, подтверждающие привнос льдов в Югорский Шар из Байдарацкой губы, а также зависимость условий для плавания от южных ветров, которые способствуют очищению Югорского Шара ото льдов. Время, затраченное на переход из Европейской части в устье Енисея, при благоприятных обстоятельствах составляет всего 9–10 дней. Благополучный исход второй части экспедиции непосредственно по реке во многом зависел от знающих и опытных лоцманов (которых категорически не хватало), глубина реки достаточна, даже для глубокосидящих груженых морских судов, но скальные выступы и сужения русла создают существенные трудности, требуя установления специальных знаков. Также к сложностям на этом отрезке следует отнести нехватку рабочей силы при малой заселенности территории, а также проблемы с обеспечением продовольствием. Суровые климатические условия укорачивают навигацию на Енисее и негативно сказываются на жизни и здоровье участников.

С другой стороны, конкретная текущая задача – разгрузить Транссиб или хотя бы дать начало диверсификации грузовых перевозок никоим образом не была решена, поскольку эта задача, очевидно, двусоставна: водный путь должен был быть сопряжен с сухопутным, т. е. параллельно с обустройством водного пути, проложенного экспедицией Сергеева-Иванова-Ислямова, необходимо было обустроить соответствующую инфраструктуру хотя бы гужевого, а лучше автомобильного или железнодорожного пути от Енисейска или другого населенного пункта на Енисее до Транссиба.

Таким образом, экспедиция, безусловно, сыграла свою роль в освоении российского Севера и Западной Сибири. В частности, можно считать, что появление этих судов на Енисее послужило основанием для создания здесь Енисейской речной флотилии, которая впоследствии была преобразована в Енисейское речное пароходство. Но главный вопрос остается открытым и сегодня: возможно ли и нужно ли организовать не челночно-тупиковый маршрут из Енисея в Европу, а использовать Енисей как часть сквозного пути, соединяющего Европу и Азию через Северный Ледовитый океан?

Экономическая составляющая подобного проекта сегодня сомнительна. Несмотря на очевидно увеличившийся с начала XX века технический арсенал и изменившийся в сторону потепления климат (что существенно увеличивает потенциал водной части маршрута), главным камнем преткновения служит сложный фарватер Енисея и слабая обустроенность сухопутных транспортных путей от Енисейска на юг. Кроме того, торговля с Зарубежной Европой в настоящее время находится в совершенно неопределимом для перспективного строительства состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гладкий Ю.Н.* Россия в лабиринтах географической судьбы. М.: Издательство «Юридический центр Пресс», 2006.

2. *Пинхенсон Д.М.* История открытия и освоения Северного морского пути. Т. 2. Проблема Северного морского пути в эпоху капитализма. Л.: Морской транспорт, 1962. 765 с.

3. Фонд 404, опись 1, дело 457, лист 2 Морского Министерства главного гидрографического управления.

4. Там же, лист 3.

5. Там же, лист 4–12.

6. Там же, лист 13–20.

7. Там же, лист 20–22.

8. Там же, лист 23–26.

9. Там же, лист 26–29.

10. Там же, лист 30–43.

11. Там же, лист 44–81.

12. Там же, лист 81.

13. Там же, лист 82–89.

14. Там же, лист 90–97.

15. Там же, лист 98–106.

16. Там же, лист 107–110.

17. Там же, лист 111–125.

18. Там же, лист 126.

19. Фонд 406, Опись 9, лист 3, Ед. хр. 1618и Послужные списки. Ислямов Исхан Ибрагимович.

20. Там же, лист 21.

21. Северная морская экспедиция Министерства Путей Сообщения на реку Енисей в 1905 году. СПб., 1906.

Geographical Trace of the Yenisei Expedition of 1905: Historical and Modern Significance

Yu. V. Dvornikov[1, *], L. A. Nesterova[1, **]

[1]*The Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia*

**E-mail: dvo-juri@yandex.ru*

***E-mail: l-nesterova@mail.ru*

Abstract – The little-known Yenisei Expedition of 1905 led by I.S. Sergeyev, K.V. Ivanov, and I.I. Islyamov is examined and described. Based on the study of archival documents, the preparation of the expedition in the highest state institutions of the Russian Empire and the specific circumstances of its journey from European seaports to the Russian river port in Yeniseisk are demonstrated. The significance of the expedition is analyzed in connection with its contemporary realities. An assessment of the importance of the waterway along the Yenisei River is also provided, which connects not only the South and North but also the West and East of Russia. The special role of certain participants, particularly I.I. Islyamov, who played a notable role in the geographical exploration of Russia but remained little-known to the general public and even many specialists, is emphasized.

Keywords: I.I. Islyamov, I.S. Sergeyev, Yenisei Expedition, Northern Sea Route, Trans-Siberian Railway, Russo-Japanese War

REFERENCES

1. Gladkiy Yu.N. Russia in the labyrinths of geographical destiny. Moscow: Publishing house “Law Center Press”, 2006.

2. Pinhenson D.M. The history of the discovery and development of the Northern Sea Route. V. 2. The problem of the Northern Sea Route in the era of capitalism. Leningrad: Marine Transport, 1962. 765 p.

3. Fund 404, Inventory 1, case 457, sheet 2 of the Maritime Ministry of the Main Hydrographic Department.

4. Ibid, sheet 3.

5. Ibid, sheet 4–12.

6. Ibid, sheet 13–20.

7. Ibid, sheet 20–22.

8. Ibid, sheet 23–26.

9. Ibid, sheet 26–29.

10. Ibid, sheet 30–43.

11. Ibid, sheet 44–81.

12. Ibid, sheet 81.

13. Ibid, sheet 82–89.

14. Ibid, sheet 90–97.

15. Ibid, sheet 98–106.

16. Ibid, sheet 107–110.

17. Ibid, sheet 111–125.

18. Ibid, sheet 126.

19. Fund 406, Inventory 9, sheet 3, Ed. Hr. 1618I Service records. Islyamov Iskhan Ibrahimovich.

20. Ibid, sheet 21.

21. The Northern Sea Expedition of the Ministry of Railways to the Yenisei River in 1905. St. Petersburg, 1906.

УДК 624.9

ВИЗУАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПАРКОВЫХ ЗОН ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» В МОСКВЕ[1]

© 2024 г. Л. Е. Лукьянов[a, *], Т. М. Красовская[a, **]

[a] *МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

**E-mail: lev.lykyanov@yandex.ru*

***E-mail: krasovsktex@yandex.ru*

Поступила в редакцию 08.07.2023 г.
После доработки 08.08.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Рассматриваются проблемы неблагоприятных экологических изменений природного заказника «Воробьевы горы», связанных с визуальным загрязнением (видимым нарушением эстетики ландшафтов) его территории, выполняющей одновременно природоохранные и рекреационные функции. Рассматриваются следующие проявления визуального загрязнения: нарушение эстетических свойств ландшафтов и световое загрязнение. Показаны их последствия для природной среды и человека. Приводятся методики количественной оценки этих последствий, обсуждаются вопросы их объективности. По данным полевого обследования составлена карта источников светового загрязнения на территории природного заказника. Максимальные выявленные уровни при этом составляли 18500 лк при фоновых значениях 0,2 лк. Результаты проведенного социологического опроса среди посетителей заказника показали, что 77% респондентов отмечают нарушение эстетических свойств ландшафтов вследствие визуального загрязнения. Обозначены риски визуального загрязнения этой территории, сопряженные с утратой ее природного и культурного наследия. Предлагаются механизмы регулирования визуального загрязнения, среди которых выделение природных «заповедных участков» с ограничением посещения, выделение наиболее эстетически ценных фрагментов природных ландшафтов для минимизации их визуального загрязнения, техническая модернизация и регламентация режимов искусственного освещения и др.

Ключевые слова: городские ООПТ, эстетика ландшафтов, световое загрязнение, экосистемные услуги, природное и культурное наследие

DOI: 10.31857/S0869607124010054, **EDN**: OCKZYK

ВВЕДЕНИЕ

Парковые зоны городов включают территории разного назначения: рекреационные, природоохранные, историко-культурные. Преобразованные человеком ландшафты в них отражают пространственно-временную модель культурного ландшафта определенного времени, символы которой несут в себе мировоззренческие и регулятивные функции. Парки как бы соединяют в себе две существующие концепции культурного ландшафта – естественно-географическую и гуманитарно-географическую [14].

---

[1] Подготовлено по материалам доклада на семинаре Комиссии культурной географии МО РГО 29.03.2023.

Мировоззрению каждого исторического периода четко соответствует его воплощение в конкретных архетипах ландшафтного планирования и садово-паркового искусства. Эстетические представления, влияние моды, технические веяния и возможности запечатлевают сады и парки, являя их символами определенной эпохи. Так, исторические сады и парки всегда отражают культурные/этнокультурные традиции определенного времени, и неслучайно многие из них являются объектами культурного наследия: дворцово-парковые ансамбли Петергофа, Павловска в пригородах Санкт Петербурга, Сан-Суси в Потсдаме, Кью в Лондоне и др.

Современная эпоха характеризуется формированием массовой культуры, стиранием национальных и региональных особенностей культурных ландшафтов, отражающих эстетические представления каждого народа, живущего в определенных природных условиях. Это ярко проявляется в парках больших городов, где используются унифицированные технические приемы эстетической модернизации природных территорий вне зависимости от ландшафтного и историко-культурного контекста. Это приводит к их визуальному загрязнению – видимому нарушению не только эстетики ландшафтов, но и снижению качества многих экосистемных услуг, формируемых ими. В отличие от прочих видов неблагоприятного антропогенного воздействия на парковые зоны городов, визуальное загрязнение, изучается сравнительно недавно [13, 34, 37, 39]. Визуальное загрязнение является составной частью информационного загрязнения, которое выделяется с начала XXI в. очень разнообразно [31, 41]. Оно продуцирует потоки негативной информации, поступающей человеку по различным каналам (в нашем случае – визуальной). Целью нашего исследования является изучение визуального загрязнения популярной рекреационной зоны Москвы – природного заказника «Воробьевы горы» для устранения его неблагоприятного влияния.

Территория исследования. Природный заказник «Воробьевы горы» расположен на границе Западного и Юго-Западного административных округов Москвы и тянется узкой полосой (протяженность около 4 км, ширина от 100 до 400 м) вдоль правого берега р. Москвы от устья р. Сетунь до Третьего транспортного кольца. Границы заказника проходят по транспортным магистралям и по набережной р. Москва, связь с другими объектами экологического каркаса города, такими как «Нескучный сад» и «Долина реки Сетунь», отсутствует. Площадь заказника составляет 137.5 га. В 1987 г. Воробьевы (тогда Ленинские) горы были объявлены памятником природы геологического характера, а в 1998 г. получили статус природного заказника. Однако в 2013 г. постановлением Правительства Москвы территория заказника была передана в безвозмездное пользование ЦПКиО «Парк Горького», что ознаменовало изменение вектора использования территории с природоохранного на рекреационный.

Воробьевы горы как таковыми горами не являются, это – высокий правый берег Теплостанской возвышенности относительной высотой 65–67 м, резко обрывающейся к р. Москве. На территории наблюдается оползневая активность, определяющая характер рельефа и выраженная оползневыми цирками, буграми и грядами, рвами растяжения и т. д. [18]. На склонах многочисленных оврагов встречаются выходы ключей и родников.

В ландшафтной структуре Воробьевых гор выделяются следующие ландшафтные комплексы: пологоволнистые равнинные поверхности и эрозионно-оползневые ложбины с разнотравными широколиственными лесами с участием березы и искусственными древесно-кустарниковыми насаждениями на дерново-подзолистых и дерновых оглеенных почвах; крутые склоны долины (крутизна 10–25° и

25–40°) с кленово-липовыми и дубово-кленово-липовыми разнотравными лесами на маломощных дерновых, местами смытых почвах и дерновых оглеенных почвах на склонах меньшей крутизны; оползневые склоны (крутизной до 10°), расчлененные поперечными эрозионными формами с широколиственными разнотравными лесами на дерновых глееватых почвах; аллювиально-оползневая терраса с липово-березовыми разнотравными искусственными насаждениями на дерново-слабоподзолистых почвах; сильно переработанная техногенным воздействием пойма под малонарушенными и искусственными насаждениями на дерновых слабооглеенных почвах.[2]

Заказник «Воробьевы горы» характеризуется богатым видовым биоразнообразием, на его территории произрастает более 40 видов деревьев, более 40 видов травянистых растений внесены в Красную книгу Москвы. В заказнике можно встретить более 70 видов птиц, больше половины из которых также внесены в Красную книгу Москвы: серая неясыть, белоспинный дятел, ушастая сова и др. [23]

Несмотря на природоохранный статус, часть территории заказника (38% площади) занимают сторонние землепользователи: Андреевский монастырь, правительственные резиденции и комплекс институтов РАН на ул. Косыгина, а также открывшийся в 2022 г. новый спортивный комплекс «Воробьевы горы». В заказнике расположено 14 объектов культурного наследия. В их число входят пять памятников федерального значения (Андреевский монастырь, здание усадьбы Дмитриева-Мамонова с оранжереей и приусадебным пейзажным парком, Храм Живоначальной Троицы) и два памятника регионального значения (стела А.И. Герцену и Н.П. Огареву и Мастерская Щусева при усадьбе Дмитриева-Мамонова). На территории заказника также есть и другие памятники истории местного значения: остатки фундамента ресторана Крынкина начала XX в., дача купцов Грачевых и др.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование опирается на анализ и обобщение тематических публикаций по эстетике ландшафтов и ландшафтной видеоэкологии, результаты экологического изучения территории, полевое ландшафтно-экологическое обследование всего заказника, включавшее инструментальные измерения светового загрязнения, выявление объектов природного и культурного наследия, структурно-информационный анализ эстетики ландшафтов, а также данные социологических опросов для изучения перцепции ландшафтов посетителями.

Основными методами исследования являлись ландшафтно-экологические, инструментальные, картографические и системный геоэкологический анализ. Ландшафтно-экологические исследования, проведенные авторами, включали модернизацию рукописной ландшафтной карты (2007 г.) с использованием методов ландшафтного профилирования, данных дистанционной информации и др.; полевую эстетическую оценку ландшафтов рекреационной зоны заказника с использованием структурно-информационного анализа по стандартной методике и гештальт оценок, дающих целостное представление о эстетике оцениваемого участка путем генерирования его образа наблюдателем с последующим ранжированием ценности [8, 22, 30 и др.]; выявление зон повышенной рекреационной нагрузки и расположения объектов ее создающих; выявление на основе тематических публикаций и собственных полевых наблюдений местообитания редких видов растений и животных,

[2] Составлено на основании рукописной карты К.А. Виноградовой, 2007.

изучение типов, режима работы и размещения источников искусственного освещения. Инструментальные измерения интенсивности светового потока от разных источников освещения и фоновые (в удаленных, малоосвещенных частях заказника) выполнялись с использованием люксметра CEM DT-1301 по методике, рассмотренной в ГОСТ 24940-2016 «Методы измерения освещенности». Полученные результаты применялись для составления тематических карт с использованием стандартных методов и ГИС-технологий. Системный геоэкологический анализ использован для интерпретации результатов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экосистемные функции парковых зон и их антропогенные изменения. Парковые зоны представляют собой природные геосистемы, преобразованные человеком. Фрагменты относительно хорошо сохранившихся природных систем несут городские ООПТ, расположенные в парковых зонах. ООПТ городов рассматриваются как важнейшие элементы зеленой инфраструктуры, обеспечивающие формирование значимых пулов различных экосистемных услуг: фильтрации загрязненного воздуха и поверхностного стока, снижения шумового загрязнения, сохранения биоразнообразия, информационных и др. [46, 47]. Сохранение экосистемных услуг необходимо для обеспечения устойчивого экологического и социального развития городов. Заметим, что ряд услуг поддается экономической оценке, необходимой для эффективного городского планирования. Антропогенное влияние на парковые территории в черте города неизбежно: они испытывают рекреационную нагрузку, антропогенное загрязнение поверхностного стока и воздуха, механические нарушения, визуальное загрязнение и т. д. Визуальное загрязнение ухудшает информационные экосистемные услуги парковых зон: рекреационные, эстетические, формирование «чувства места» и др. В исследованиях последних лет, проведенных на территории природного заказника «Воробьевы горы» [1, 19, 24, 29], освещались проблемы механических нарушений ландшафтов, загрязнения почв, сохранения ландшафтной структуры заказника. Визуальное загрязнение этой территории рассматривается впервые.

Виды визуального загрязнения природной среды. Визуальное восприятие – это процесс, с помощью которого мозг человека сканирует и анализирует в соответствии с приобретенными ранее знаниями и опытом окружающую среду: ее структуру, цветовую гамму, символы и т. п. [22, 45]. Визуальное восприятие является важным инструментом познания окружающего мира, т. к. 75% информации о нем человек получает при помощи органов зрения [22, 28, 45]. Преобразованная человеком визуальная среда непосредственно влияет на физическое и психическое здоровье человека, экосистемные функции ландшафтов и может рассматриваться как объект системного геоэкологического анализа [28, 40, 42].

Визуальную среду формируют сочетания природных и техногенных объектов, создающих определенный пейзаж и образ культурного ландшафта. «Пейзаж» в обыденном понимании – «картинки» природы. В гуманитарной географии толкование термина «культурный ландшафт» – «система способов репрезентации, структурирования и символизирования окружающей среды» [35]. При таком рассмотрении пейзаж освоенных территорий несет в себе и символы определенной эпохи, а формирующий его ландшафт имеет определенные информационные экосистемные функции [47].

Визуальное загрязнение вызывает любой физический барьер, который прерывает четкую линию обзора или отвлекает внимание от уникальных качеств

природного пространства. При анализе визуальных загрязнителей учитываются экономические, эстетические, историко-культурные ценности. Визуальное загрязнение определяется как ущерб окружающей среде, воспринимаемый человеческим глазом, в сочетании с психологическим воздействием на человека как пользователя пространства [34]. Заметим, что эколого-экономические методы делают возможным оценивать и материальный ущерб за счет информационных экосистемных услуг. Негативное изменение визуальной среды природных парков связано с ее физическим (световым) и загрязнением и нарушением эстетических экосистемных функций, продуцируемым внедрением визуальных элементов, не отвечающих исторически сложившимся у социума представлениям о гармонии, нарушающим психику человека [13]. Искусственные сооружения – мачты сотовой связи и освещения и связывающая их паутина воздушных проводов, световые гирлянды, опутывающие деревья, яркие билборды, баннеры, заборы и т. п. являются источниками визуального загрязнения, т. к. нарушают эстетику природного ландшафта, обусловленную гармоническими законами природы [22]. Снижение эстетики пейзажа ухудшает рекреационные экосистемные функции заказника. Вместо умиротворения от созерцания природы, при визуальном загрязнении может возникнуть беспокойство, волнение и ощущение хаоса. Визуальное загрязнение может быть оценено на основе оценки изменения эстетических и физических свойств визуальной среды. Восприятие пейзажа связано с его гармоническими характеристиками и эстетическим опытом реципиента, а интенсивность освещенности, спектральный состав избыточного светового потока, характеризует энергетическое содержание визуального загрязнения, которое поддается инструментальным измерениям. Утвердившиеся на практике методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов основаны на субъект-объектном системном подходе, опирающемся на восприятии объективных законов гармонии окружающего мира [8, 22, 44 и др.].

Недостаточная разработка методик количественной оценки эстетических информационных услуг нередко вызывает дискуссии об их объективности [5, 33]. Особенно это касается оценки эстетических экосистемных услуг. А. Геттнер, развивая представления об эстетике пейзажей, впервые поднял вопросы об объективности оценки эстетических свойств, о наличии вечных ценностей, определяющих эстетику ландшафта, которые известны нам как законы гармонии [3]. Гармония в общем смысле означает структурное, динамическое и функциональное совершенство системы. Присутствие у природы набора объективных характеристик, создающих гармонию пейзажа, отмечалось еще древнегреческими философами. Целостный образ ландшафта, соединяющий его материальные и духовные составляющие, характеризует объективную реальность: «Рассудок ничего не может созерцать, а чувства ничего не могут мыслить. Только из соединения их может возникнуть знание» [10]. Эстетическое восприятие (перцепция) ландшафта соединяет в себе познание его объективных свойств и субъективной сути, формируемой культурой [6, 9, 17, 22, 36, 38]. В настоящее время предложена методика такой комплексной оценки с использованием гештальт-восприятия [8], SWOT-анализа, метода обработки аналитических иерархий (Analytic Hierarchy Process), комбинирующего экспертную оценку, парные рейтинговые сравнения пейзажей при интегрированном учете весовых оценок факторов визуального загрязнения [32]. Используются также различные комбинации психосемантического и социологического методов, для анализа элементов пейзажа [4, 5 и др.].

Культурологический аспект визуального загрязнения. Эстетические свойства ландшафтов принадлежат к категории информационных экосистемных функций [47]. Визуальное загрязнение нарушает эстетические функции природных ландшафтов парковых территорий, приводя к утрате не только их привлекательности, но и ряда других физических ландшафтных характеристик. Напомним, что А. Гумбольдт вводил термин «ландшафт» в географию как отражение «здоровой» гармонии и эстетической привлекательности природы [7]. В.И. Вернадский, вводя понятие «энергия человеческой культуры», указывал на два ее аспекта: энергетический и информационный, задействованные в формировании ноосферы [2]. Информационное воздействие на развитие ноосферы объясняется тем, что она формируется не только на материальном природном и антропогенном, но и на историческом фундаменте человеческих знаний. Различные исторические периоды характеризовались особыми видами «информационной» энергии, включавшие и принципы формирования эстетики визуальной среды садов и парков мира, различные к тому же для восточной и западной культуры [17, 45].

Не углубляясь в культурологические представления о массовой культуре, являющейся продуктом становления индустриального общества, рассмотрим ее современные проявления в городских парках. Их обустройство соответствует вкусам и предпочтениями в проведении досуга основной массы населения, упрощенным пониманием эстетических свойств природы, повторяющимися штампами в декоративном оформлении и т. п. и часто нацелено на усиление коммерческого использования этих территорий. При этом нарушается не только эстетический облик ландшафтов, но и их функционирование в результате избыточного освещения, фрагментации, потери биоразнообразия и т. п., что является проявлением визуального загрязнения природной среды. Стандартизация обустройства парковых пространств приводит к унификации восприятия, развитию потребительской культуры, утрате элементов наследия и снижению общего уровня духовной культуры.[3]

Визуальное загрязнение природного заказника «Воробьевы горы». Качественные характеристики визуального загрязнения парковых зон тесно связаны с эстетическими вкусами и традициями социума, однако как правило, они включают количественные показатели сохранности природного облика территории: площадь, структура и степень сохранности растительного покрова, наличие источников визуального загрязнения: защитных ограждений, билбордов, велостоянок, искусственной подсветки и т. п. [25, 32, 38]. Основываясь на обобщении показателей визуального загрязнения парковых территорий различных районов мира и опыте собственных натурных наблюдений, мы выделили следующие их характеристики, типичные для природного заказника «Воробьевы горы». Площадь условно природных территорий с сохраненным растительным покровом – 60%. Структура растительного покрова вследствие, как правило, антропогенных причин претерпела существенные изменения: коренные широколиственные породы постепенно сменяются мелколиственными, лесные участки – кустарниками и луговыми полянами, заболоченные участки осушаются, малоустойчивые к загрязненному городскому воздуху хвойные (изначально редкие в структуре древостоя) сменяются лиственными породами, увеличивается доля декоративных насаждений и сорных растений. Эти характеристики фиксировались при ландшафтно-экологическом

[3] Массовая культура: понятие, примеры из жизни, признаки, виды. Блог Даниила Ткаченко. [2021]. URL: https://dnevnik-znaniy.ru/obshestvo/massovaya-kultura.html (дата обращения: 20.03.2023).

обследовании территории и в последствии будут использованы для выделения наиболее эстетически ценных участков заказника, свободных от визуального загрязнения, для которых необходим особый режим сохранения. Элементами визуального загрязнения, нарушающими природную эстетику ландшафтов, являются следующие. Вдоль Воробьевской набережной на протяжении 1 км тянется сетчатый забор, ограждающий ее от заказника (рис. 1а) и искажающий зрительный образ лесной территории. Со строительством нового спортивного комплекса и канатной дороги на конструкции Большого трамплина высотой 30 м появились световые билборды, хорошо заметные на многих участках заказника (рис. 1б). Нарушают гармоничный природный пейзаж воздушная электропроводка освещения, которая могла бы быть убрана под землю (рис. 1в), искусственная подсветка деревьев гирляндами (рис. 1г) и т. п. Заметим, что территория природного заказника является ценным участком историко-культурного наследия Москвы, для которого непродуманное и часто избыточное освещение также неблагоприятно.

Световое загрязнение визуальной среды природного заказника. Этот вид физического загрязнения окружающей среды выражается в виде периодического или продолжительного превышения уровня естественной освещенности местности в вечернее и ночное время. Оно формируется, когда избыточные световые потоки проникают за пределы территорий, нуждающихся в освещении, и освещают природные, селитебные территории и небосвод. Его воздействие приводит к физиологическим нарушениям живых организмов [11]. На природных территориях насекомые погибают из-за скопления вокруг источников освещения и становятся легкой добычей ночных хищников, у земноводных и пресмыкающихся нарушаются природные инстинкты в добывании пищи, снижается репродуктивная функция, птицы дезориентируются в пространстве при перелетах и погибают в ходе столкновений с освещенными объектами, у них нарушаются периоды гнездования и т. д. [27]. У растений избыточное освещение нарушает начало и продолжительность естественного цикла вегетации, сокращается видовое разнообразие тенелюбивых растений и т. д.

Искусственное освещение в природном заказнике «Воробьевы горы» появилось в 2018 г., когда были смонтированы установки ландшафтного освещения (1000 опор по 12 светодиодных прожекторов на каждом). Прожектора направлены в кроны деревьев. Опоры установлены в 3–5 рядов по нижнему ярусу склона и тянутся вдоль всей набережной (рис. 2). В ходе запрограммированного светоцветового сценария последовательно сменяются красный, желтый, зеленый и синий цвета световых лучей. Заметим, что при освещении монохроматическим желтым, оранжевым и красным спектрами световой волны птицы дезориентируются в полете [43]. Ландшафтное освещение включается ежедневно, через 15 минут после захода Солнца и работает до полуночи, т. е. время работы освещения варьируется от 2 ч 27 мин в дни летнего солнцестояния до 7 ч 49 мин в дни зимнего солнцестояния. Черные мачты освещения, воздушная электропроводка нарушают гармонию природных ландшатов, снижая их рекреационную ценность (см. выше) (рис. 3б).

Оценка визуального загрязнения. Комплексная количественная оценка проявлений загрязнения визуальной среды парка практически не разработана. Она должна включать количественную и качественную оценку избыточных световых потоков и сопутствующих им изменений в природных системах, а также нарушений эстетики природных ландшафтов, что сопряжено с ухудшением их рекреационных функций. Мощность дополнительных световых потоков, их спектральный состав определялись нами в результате полевых измерений с помощью люксметра CEM DT-1301.

Рис. 1. Примеры визуального загрязнения в природном заказнике «Воробьевы горы»: а – сетчатый забор вдоль Воробьевской набережной; б – световой билборд на конструкции Большого трамплина; в – электрические провода, натянутые между опорами уличного освещения; г – обмотка деревьев гирляндами. Фото авторов.

Fig. 1. Examples of visual pollution in Vorobyovy Gory Nature Reserve: (а) – wire mesh fence along Vorobyovskaya embankment; (б) – light billboard on the construction of a large ski-jump; (в) – electrical wires strung between street lighting poles; (г) – trees wrapping with garlands. These photos are made by the authors.

Для этого территория была разбита на сеть регулярных квадратов с шагом 25 м, который позволял охватить участки с различной ландшафтной структурой. Результаты оценки количественных изменений световых потоков представлены в уже опубликованных работах [20, 21]. Максимальные выявленные уровни при этом составляли 18500 лк при фоновых значениях 0.2 лк.

В 2022 г. в летний-осенний периоды нами было проведено социологическое исследование (опрос) на территории природного заказника для выявления восприятия ландшафтного освещения посетителями заказника. Выборка опроса вклю-

Рис. 2. Объекты, продуцирующие визуальное загрязнение в природном заказнике «Воробьевы горы». *1* – световой билборд на конструкции Большого трамплина; *2* – обмотка деревьев гирляндами; *3* – сетчатый забор; *4* – территория, покрытая опорами ландшафтного освещения; *5* – территория засветки ландшафтным освещением (более 0.2 лк). Прочие обозначения: *6* – лесные и луговые участки; *7* – территории сторонних землепользователей; *8* – строения; *9* – границы природного заказника; *10* – дороги, тропы; *11* – санные трассы, горнолыжные спуски; *12* – набережные; *13* – мосты; *14* – овраги; *15* – родники; *16* – водотоки; *17* – искусственные пруды (I – Лесной пруд; II – Малый Андреевский пруд; III – Большой Андреевский пруд).

Fig. 2. Objects, producing visual pollution in Vorobyovy Gory Nature Reserve. *1* – light billboard on the construction of a large ski-jump; *2* – trees wrapping with garlands; *3* – wire mesh fence; *4* – area covered with landscape lighting poles; *5* – area illuminated by landscape lighting (more than 0.2 lux). Other: *6* – forest and meadow areas; *7* – areas of third–party land users; *8* – buildings; *9* – borders of nature reserve; *10* – roads and trails; *11* – bobsleigh tracks and ski slopes; *12* – embankments; *13* – bridges; *14* – ravines; *15* – springs; *16* – watercourses; *17* – artificial ponds (I – Lesnoy pond; II – Maly Andreevsky Pond; III – Bol'shoy Andreevsky Pond).

чала 128 респондентов (69 мужчин и 59 женщин; 54 респондента младше 30 лет, 20 респондентов старше 50 лет). В числе заданных вопросов были такие, которые свидетельствовали об общем понимании статуса территории («*Знаете ли Вы, что природный парк «Воробьевы горы» является заповедной природной территорией?*»); о влиянии антропогенных нарушений на эстетику природы («*Ухудшает ли застройка (строительная площадка, спортивные сооружения прочее на эстетику природы?*»); о понимании негативного воздействия светового загрязнения на живые организмы («*Знаете ли Вы о негативном влиянии этой подсветки на птиц?*»); а также об отношении к эстетичности ландшафтного освещения(«*Нравится ли Вам ландшафтная подсветка?*») и т. д. Результаты показали, что:

- 71% респондентов посещают заказник «Воробьевы горы» с целью прогулок на природе;

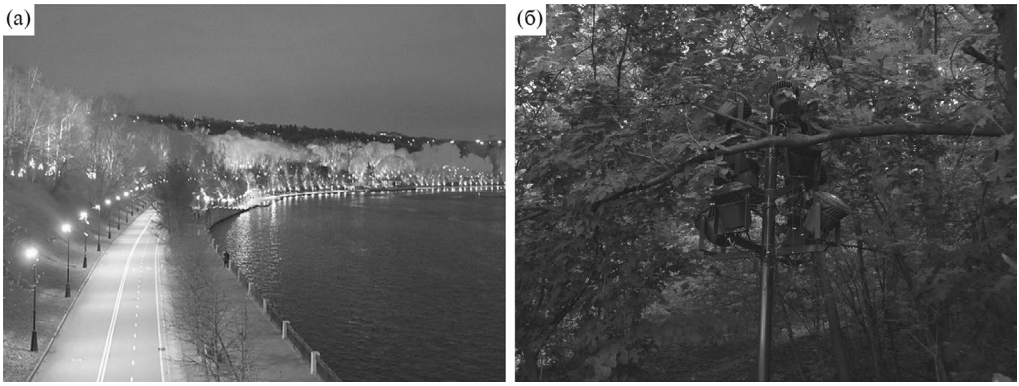

Рис. 3. Световое загрязнение в природном заказнике «Воробьевы горы»: а – Воробьевская набережная в разноцветном освещении (фото Геннадия Черкасова, «Московский Комсомолец»; б – опора ландшафтного освещения (фото авторов).

Fig. 3. Landscape lighting in Vorobyovy Gory Nature Reserve: (a) – Vorobyovskaya embankment in multicolored lighting (photo by Gennady Cherkasov, "Moskovsky Komsomolets"; (б) – landscape lighting pole (photo by the authors).

• 56% респондентов знают, что «Воробьевы горы» являются особо охраняемой природной территорией;

• 77% респондентов считает, что объекты визуального загрязнения (строения, опоры, заборы и т. п.) ухудшает эстетику природы;

• 55% респондентов заявляет, что им нравится ландшафтное освещение, однако 73% респондентов считает, что оно искажает естественный природный вид заказника;

• 68% респондентов не знают о негативном влиянии ландшафтного освещения на птиц;

• 55% респондентов выступает за то, чтобы ландшафтное освещения работало только по праздникам.

Таким образом, большинство респондентов отмечают, что ландшафтное освещение нарушает естественный вид природы заказника, однако в целом не выступают за его демонтаж, предлагая компромиссное решение: оставить ландшафтное освещение, но включать только по праздникам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Визуальная среда – мир, в котором живет человек – оказывает непосредственное влияние на качество его жизни, формирует его мировоззрение. Негативное влияние визуального загрязнения природного заказника «Воробьевы горы» грозит не только утратой его многих экосистемных функций, но и потерей культурно-исторического памятного места, культивированием эстетики массовой культуры и развитием стереотипного мышления. Ценность сохранения «достопримечательных мест», куда входят и парковые культурные ландшафты впервые была отмечена в Конвенции по охране всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО в 1972 г.[4], затем в

[4] Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. UNESCO, 1972. Whc.unesco.org.

2000 г. прозвучала в расширенном и углубленном виде в Европейской ландшафтной конвенции Совета Европы (Флорентийская конвенция)[5] и в 2015 г. вошла в сформулированные ООН цели устойчивого развития (ЦУР-11 «Устойчивые города и населенные пункты»)[6]. Историко-культурное наследие Воробьевых гор, формирующее многие важнейшие в современный период информационные экосистемные услуги, заслуживает углубленного исследования. В Великобритании, Германии, Франции, Японии и др. странах разработаны регламенты использования парковых территорий, нацеленные на максимальное сохранение их природной среды. В Москве в последние годы принят ряд постановлений, направленных на благоустройство и сохранение зеленых насаждений[7]. Однако все эти документы лишь косвенно затрагивают аспекты визуального загрязнения парковых зон, что связано с недостаточной изученностью этой проблемы.

Угроза потери природоохранных, рекреационных и культурно-просветительских функций природного заказника «Воробьевы горы» в результате визуального загрязнения нацеливает на поиск компромиссных решений для сохранения его как природоохранно и рекреационной территории. Возможные варианты включают институциональные, технические и образовательные решения:

• Выделение природных «заповедных участков» с ограничением посещения и минимальным антропогенными преобразованиями в целях сохранения биоразнообразия.

• Выделение наиболее эстетически ценных фрагментов природных ландшафтов для минимизации их визуального загрязнения.

• Размещение билбордов, баннеров, мачт сотовой связи, велосипедных площадок и т. п. вне таких фрагментов при учете мнения ландшафтных архитекторов и посетителей парка.

• Установка на экологических тропах ламп освещения с датчиками движения, исключение из светоцветовых сценариев ландшафтного освещения желтого, оранжевого и красного спектров световой волны.

• Максимально возможное использование солнечных панелей на мачтах освещения, размещение воздушной электропроводки под землей.

• Ограничение времени использования цветовых гирлянд на деревьях, подсветки их крон несколькими часами в праздничные и воскресные дни.

• Размещение информационных стендов по опасности визуального загрязнения при входе в парк и освещение важности решения этой проблемы в масс-медиа города.

Историческая память многих поколений москвичей хранит образ Воробьевых гор как природной территории с богатым историко-культурным наследием. Этот образ запечатлен в литературных произведениях, кинофильмах, исторических документах. Современный период во многом определяет будущее этой территории.

---

[5] The Council of Europe Landscape Convention (ETS No. 176), 2000. www.coe.int.

[6] The Sustainable Development Agenda. UN, 2015. www.un.org.

[7] Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы (с изменениями на 16 февраля 2023 г.). Постановление Правительства Москвы от 10.09.2002 г. № 743ПП, Постановление Правительства Москвы от 07.10.2011 г. № 476-ПП (ред. от 29.03.2022 г.) Об утверждении Государственной программы города Москвы «Развитие городской среды» и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барабошкина Т.А., Самарин Е.Н., Белютина В.С.* Геодинамические факторы риска в модели формирования природоохранных территорий мегаполиса (на примере экогеосистем ООПТ «Воробьевы горы») // Материалы IV конференции «Математическое моделирование в экологии» ЭкоМатМод-2015. Пущино, 2015. С. 22–23.

2. *Вернадский В.И.* Размышления натуралиста: в 2 кн. / АН СССР. М.: Наука, 1977. Кн. 2. С. 95.

3. *Геттнер А.* География. Ее история, сущность и методы. М.: Красный пролетарий, 1927. 416 с.

4. *Голубичный А.А.* К вопросу о классификации методов оценки визуального загрязнения урбанизированных территорий // Экология России: на пути к инновациям: межвузовский сборник научных трудов. 2013. Вып. 8. С. 63–66.

5. *Горбунов Р.В., Табунщик В.А., Горбунова Т.Ю.* Нерешенные теоретические и методологические вопросы при эстетической оценке ландшафтов // Географический вестник. 2020. № 3. С. 6–22.

6. *Григорьев А.А.* География всемирного наследия. СПб.: Астерион, 2012. 344 с.

7. *Гумбольдт А.* Картины природы. М.: Географгиз, 1959. 269 с.

8. *Дирин Д.А.* Подходы к оценке эстетических ресурсов горных ландшафтов (на примере бассейна р. Мульта) // Ползуновский вестник. 2004. № 2. С. 67–75.

9. *Замятин Д.Н.* Культура и пространство. Смоленск: Смоленская обл. типография им. В.И. Смирнова, 2006. 487 с.

10. *Кант И.* Критика чистого разума. М.: Мысль, 1964. Т. 3. 780 с.

11. *Колесников Н.А., Барышников С.Г.* Световое загрязнение ландшафтов // География и природопользование Сибири. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2015. С. 82–89.

12. *Красовская Т.М.* Ландшафтная видеоэкология // Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки, практики, образования. Симферополь: АРИАЛ, 2018. С. 30–33.

13. *Красовская Т.М.* Исследование городской среды в ландшафтной видеоэкологии // VI Международная научно-практическая конференция «Синтез образования и науки». Челябинск, 2020. С. 175–180.

14. *Красовская Т.М.* Прикладные направления использования концепции культурного ландшафт // 25 лет в культурном ландшафте: современное состояние и перспективы развития концепции культурного ландшафта в российской географии. М.: РГО Москва, 2018. Т. 2. С. 1–25.

15. *Курабатов В.Я.* Всеобщая история ландшафтного искусства. Сады и парки мира. М.: Эксмо, 2008. 192 с.

16. *Лихачев Д.С.* Поэзия садов: к семантике садово-парковых стилей. Сад как текст. М.: Согласие: ОАО «Тип. “Новости”», 1998. 471 с.

17. *Лотман Ю.М.* Беседы о русской культуре. СПб.: Искусство, 1994. 558 с.

18. *Лукашов А.А.* Геолого-геоморфологическое строение и морфодинамика Воробьевых гор (г. Москва) // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2008. № 5. С. 68–73.

19. *Лукашов А.А.* Оползни Воробьевых гор // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты. VI Щукинские чтения. М.: Географический факультет МГУ, 2010. С. 166–168.

20. *Лукьянов Л.Е., Красовская Т.М.* Влияние светового загрязнения на местообитания птиц на территории природного заказника «Воробьевы горы» (г. Москва) // Проблемы региональной экологии. 2022. № 1. С. 101–107.

21. *Лукьянов Л.Е., Маркова О.И.* Картографирование антропогенных нарушений на территории природного заказника «Воробьевы горы» (г. Москва). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационная поддержка устойчивого развития регионов в условиях кризиса: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2023. Т. 29. Ч. 2. С. 503–517. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2023-2-29-503-517

22. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение. Эстетика и дизайн. М.: Аспект Пресс, 2005. 176 с.

23. ООПТ Москвы: справочник-путеводитель (по заказу Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы). М.:Ториус77, 2013. 178 с.

24. *Парамонова Т.А., Тишкина Э.В., Краснов С.Ф., Толстихин Д.О.* Структура почвенного покрова и основные свойства почв природного парка «Воробьевы горы» // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 2010. № 1. С. 24–34.

25. *Паршевникова А.О.* Оценка эстетических свойств селитебных ландшафтов и их влияние на психологическое состояние человека // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 9. С. 13–15.

26. *Самсонова С.Ю., Белютина В.С., Барабошкина Т.А., Самарин Е.Н., Огородникова Е.Н.* Эколого-геоморфологический анализ в обосновании управления городскими особо охраняемыми природными территориями (на примере природного заказника «Воробьевы горы», г. Москва) // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2013. № 2. С. 93–98.

27. *Сундукова Е.Н., Ильина Е.О.* Световое загрязнение как результат урбанизации // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности поволжского региона: сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Казань: Казанский филиал МИИТ, 2015. С. 45–48.

28. *Филин В.А.* Видеоэкология. М.: Видеоэкология, 2006. 512 с.

29. *Чижова В.П.* Разработка программ эколого-экскурсионной деятельности в заказнике «Воробьевы горы» // Туризм и устойчивое развитие регионов: матер. Второй Всеросс. науч.-практ. конф. Тверь: ТверьГУ, 2005. С. 119–121.

30. *Эрингис К.И., Будрюнас А.-Р.А.* Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. Вильнюс: Минтис, 1975. С. 107–170.

31. *Юрченко И.Ф., Ялалова Г.Х.* Информационное загрязнение природных систем и техносреды биосферы от цифровизации мелиорации // Природообустройство. 2022. № 4. С. 6–12. https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-4-6-12

32. *Allahyari H., Nasehi S., Salehi E., Zebardast L.* Evaluation of visual pollution in urban squares, using SWOT, AHP, and QSPM techniques (Case study: Tehran squares of Enghelab and Vanak) // Pollution. 2017. № 3(4). P. 655–667. https://doi.org/10.22059/POLL.2017.62780

33. *Brander L.M., Schägner J.P., de Groot R.* On the potential use of the Ecosystem Services Valuation Database for valuation in the System of Environmental Economic Accounting // One Ecosystem. 2022. V. 7 .P. e85085. https://doi.org/10.3897/ONEECO.7.E85085

34. *Cvetković M., Momčilović-Petronijević1 A., Ćurčić A.* Visual pollution of urban areas as one of the main issues of the 21st century // 26th International Conference Ecological Truth & Environmental Research. Serbia, 2018. P. 103–108.

35. *Daniels S., Cosgrove D.* (Eds). Introduction: iconography and landscape. In The Iconography of Landscape. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. P. 1–10.

36. *Evseev A., Krasovskaya T.* Perception of landscapes in geoecological research // Proceedings of II International scientific conference “Landscape dimensions of sustainable development Science-Carto/Gis-Planning-Governance”. Tbilisi: Tbilisi State University Press, 2022. P. 12–16.

37. *Kyba C.C.M., Kuester T., Sánchez De Miguel A., Kimberly B. et al.* Artificially lit surface of earth at night increasing in radiance and extent // Science Advances. 2017. № 3(11). P. e1701528. https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528

38. *Lamb R., Purcell A.* Perception of naturalness in landscape and its relationship to vegetation structure // Landscape and Urban Planning. 1990. № 19(4). P. 333–352. https://doi.org/10.1016/0169-2046(90)90041-Y

39. *Longcore T., Rich C.* Ecological light pollution // Frontiers in Ecology and Environment. 2004. № 2(4). P. 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

40. *Nawaz R., Wakil K.* Prelims. Visual Pollution. Bingley: Emerald Publishing Ltd, 2022. P. 1–21. https://doi.org/10.1108/978-1-80382-041-520221006

41. *Nelson J.* IM, Not IP (Information Pollution) // Queue. 2003. V. 1. № 8. P. 75–76. https://doi.org/10.1145/966712.966731

42. *Szczepańska M., Wilkaniec A., Škamlová L.* Visual pollution in natural and landscape protected areas: Case studies from Poland and Slovakia // Quaestiones Geographicae. 2019. № 38(4). P. 133–149.

43. *Wiltschko R., Stapput K., Thalau P., Wiltschko W.,* 2010. Directional orientation of birds by the magnetic field under different light conditions // Journal of The Royal Society Interface. 2010. V. 7. P. 163–177. https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0367.focus

44. *Zhang N., Zheng X., Wang X.* Assessment of Aesthetic Quality of Urban Landscapes by Integrating Objective and Subjective Factors: A Case Study for Riparian Landscapes // Frontiers in Ecology and Evolution. 2022. V. 9. P. 1–24. https://doi.org/10.3389/fevo.2021.735905

45. *Zube E.H., Sell J.L., Taylor J.G.,* 1982. Landscape perception: Research, application and theory // Landscape Planning. 1982. № 9(1). P. 1–33.

46. *Haines-Young R., Potschin M.B.* Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018. URL: www.cices.eu (accessed March 24, 2023).

47. Global Environment Outlook. GEO5 / UNEP, 2005. URL: www.unep.org. (accessed March 24, 2023).

Visual Pollution in Urban Parks Areas: a Case Study of Vorobyovy Gory Nature Reserve in Moscow[8]

L. E. Lukianov[1, *], T. M. Krasovskaia[1, **]

[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
**E-mail: lev.lykyanov@yandex.ru*
***E-mail: krasovsktex@yandex.ru*

Abstract – The problems of negative ecological changes of Vorobyovy Gory Nature Reserve associated with visual pollution of its territory, which simultaneously performs environmental and recreational functions, were considered. In particular, two of its aspects were distinguished: information and light pollution. Their implications for the environment and humans were analyzed. The methods of quantitative assessment of these implications were given, the issues of objectivity of information pollution assessments were discussed. Based on instrumental measurements of light pollution, a map of its distribution on the territory of the nature reserve was made. The risks of visual

[8] Based on the report at the Cultural Geography Commission of the Russian Geographical Society (Moscow Branch) on March 29, 2023.

pollution of this territory associated with the loss of its natural and cultural heritage were indicated. Ways of regulating visual pollution were proposed.

Keywords: Vorobyovy Gory Nature Reserve, landscape aesthetics, visual pollution, light pollution, ecosystem services

REFERENCES

1. Baraboshkina T.A., Samarin E.N., Beljutina V.S. Geodinamicheskie faktory riska v modeli formirovanija prirodoohrannyh territorij megapolisa (na primere jekogeosistem OOPT "Vorob'evy gory") // Materialy IV konferencii "Matematicheskoe modelirovanie v jekologii" JekoMatMod-2015. Pushhino, 2015. P. 22–23.

2. Vernadskij V.I. Razmyshlenija naturalista: v 2 kn. / AN SSSR. M.: Nauka, 1977. V. 2. P. 95.

3. Gettner A. Geografija. Ee istorija, sushhnost' i metody. Moscow.: Krasnyj proletarij, 1927. 416 p.

4. Golubichnyj A.A. K voprosu o klassifikacii metodov ocenki vizual'nogo zagrjaznenija urbanizirovannyh territorij // Jekologija Rossii: na puti k innovacijam: mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. 2013. № 8. P. 63–66.

5. Gorbunov R.V., Tabunshhik V.A., Gorbunova T.Ju. Nereshennye teoreticheskie i metodologicheskie voprosy pri jesteticheskoj ocenke landshaftov // Geograficheskij vestnik. 2020. № 3. P. 6–22.

6. Grigor'ev A.A. Geografija vsemirnogo nasledija. St. Petersburg: Asterion, 2012. 344 s.

7. Gumbol'dt A. Kartiny prirody. Moscow: Geografgiz, 1959. 269 p.

8. Dirin D.A. Podhody k ocenke jesteticheskih resursov gornyh landshaftov (na primere bassejna r. Mul'ta) // Polzunovskij vestnik. 2004. № 2. P. 67–75.

9. Zamjatin D.N. Kul'tura i prostranstvo. Smolensk: Smolenskaja obl. tipografija im. V.I. Smirnova, 2006. 487 p.

10. Kant I. Kritika chistogo razuma. Moscow: Mysl', 1964. V. 3. 780 p.

11. Kolesnikov N.A., Baryshnikov S.G. Svetovoe zagrjaznenie landshaftov // Geografija i prirodopol'zovanie Sibiri. Barnaul: Altajskij gosudarstvennyj universitet, 2015. P. 82–89.

12. Krasovskaja T.M. Landshaftnaja videojekologija // Geojekologija i prirodopol'zovanie: aktual'nye voprosy nauki, praktiki, obrazovanija. Simferopol': ARIAL, 2018. P. 30–33.

13. Krasovskaja T.M. Issledovanie gorodskoj sredy v landshaftnoj videojekologii // VI Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Sintez obrazovanija i nauki". Cheljabinsk, 2020. P. 175–180.

14. Krasovskaja T.M. Prikladnye napravlenija ispol'zovanija koncepcii kul'turnogo landshaft // 25 let v kul'turnom landshafte: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija koncepcii kul'turnogo landshafta v rossijskoj geografii. Moscow: RGO Moskva. 2018. V. 2. P. 1–25.

15. Kurabatov V.Ja. Vseobshhaja istorija landshaftnogo iskusstva. Sady i parki mira. Moscow: Jeksmo, 2008. 192 s.

16. Lihachev D.S. Pojezija sadov: k semantike sadovo-parkovyh stilej. Sad kak tekst. Moscow: Soglasie: OAO "Tip. «Novosti»", 1998. 471 p.

17. Lotman Ju. M. Besedy o russkoj kul'ture. St. Petersburg: Iskusstvo, 1994. 558 p.

18. Lukashov A.A. Geologo-geomorfologicheskoe stroenie i morfodinamika Vorob'evyh gor (g. Moskva) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Series 5. Geografija. 2008. № 5. P. 68–73.

19. Lukashov A.A. Opolzni Vorob'evyh gor // Geomorfologicheskie processy i ih prikladnye aspekty. VI Shhukinskie chtenija. Moscow: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2010. P. 166–168.

20. Luk'janov L.E., Krasovskaja T.M. Vlijanie svetovogo zagrjaznenija na mestoobitanija ptic na territorii prirodnogo zakaznika «Vorob'evy gory» (g. Moskva) // Problemy regional'noj jekologii. 2022. № 1. P. 101–107.

21. Luk'janov L.E., Markova O.I. Kartografirovanie antropogennyh narushenij na territorii prirodnogo zakaznika «Vorob'evy gory» (g. Moskva) // InterKarto. InterGIS. Geoinformacionnaja podderzhka ustojchivogo razvitija regionov v uslovijah krizisa: materialy Mezhdunar. konf. Moscow: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2023. V. 29. Ch. 2. P. 503–517. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2023-2-29-503-517

22. Nikolaev V.A. Landshaftovedenie. Jestetika i dizajn. Moscow: Aspekt Press, 2005. 176 p.

23. OOPT Moskvy: spravochnik-putevoditel' (po zakazu Departamenta prirodopol'zovanija i ohrany okruzhajushhej sredy goroda Moskvy). Moscow: Torius77, 2013. 178 p.

24. Paramonova T.A., Tishkina Je.V., Krasnov S.F., Tolstihin D.O. Struktura pochvennogo pokrova i osnovnye svojstva pochv prirodnogo parka "Vorob'evy gory" // Vestnik Moskovskogo universiteta. Series 17. Pochvovedenie. 2010. № 1. P. 24–34.

25. Parshevnikova A.O. Ocenka jesteticheskih svojstv selitebnyh landshaftov i ih vlijanie na psihologicheskoe sostojanie cheloveka // Prioritetnye nauchnye napravlenija: ot teorii k praktike. 2014. № 9. P. 13–15.

26. Samsonova S.Ju., Beljutina V.S., Baraboshkina T.A., Samarin E.N., Ogorodnikova E.N. Jekologo-geomorfologicheskij analiz v obosnovanii upravlenija gorodskimi osobo ohranjaemymi prirodnymi territorijami (na primere prirodnogo zakaznika "Vorob'evy gory", g. Moskva) // Vestnik RUDN. Serija "Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti". 2013. № 2. P. 93–98.

27. Sundukova E.N., Il'ina E.O. Svetovoe zagrjaznenie kak rezul'tat urbanizacii // Aktual'nye problemy social'no-jekonomicheskoj i jekologicheskoj bezopasnosti povolzhskogo regiona: sbornik materialov VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Kazan': Kazanskij filial MIIT, 2015. P. 45–48.

28. Filin V.A. Videojekologija. Moscow: Videojekologija, 2006. 512 s.

29. Chizhova V.P. Razrabotka programm jekologo-jekskursionnoj dejatel'nosti v zakaznike "Vorob'evy gory" // Turizm i ustojchivoe razvitie regionov: mater. II Vseross. nauch.-prakt. konf. Tver': Tver'GU, 2005. P. 119–121.

30. Jeringis K.I., Budrjunas A.-R.A. Sushhnost' i metodika detal'nogo jekologo-jesteticheskogo issledovanija pejzazhej // Jekologija i jestetika landshafta. Vil'njus: Mintis, 1975. P. 107–170.

31. Jurchenko I.F., Jalalova G.H. Informacionnoe zagrjaznenie prirodnyh sistem i tehnosredy biosfery ot cifrovizacii melioracii. Prirodoobustrojstvo. 2022. № 4. P. 6–12. https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-4-6-12

32. Allahyari H., Nasehi S., Salehi E., Zebardast L. Evaluation of visual pollution in urban squares, using SWOT, AHP, and QSPM techniques (Case study: Tehran squares of Enghelab and Vanak) // Pollution. 2017. № 3(4). P. 655–667. https://doi.org/10.22059/POLL.2017.62780

33. Brander L.M., Schägner J.P., de Groot R. On the potential use of the Ecosystem Services Valuation Database for valuation in the System of Environmental Economic Accounting // One Ecosystem. 2022. V. 7 .P. e85085. https://doi.org/10.3897/ONEECO.7.E85085

34. Cvetković M., Momčilović-Petronijević1 A., Ćurčić A. Visual pollution of urban areas as one of the main issues of the 21st century // 26th International Conference Ecological Truth & Environmental Research. Serbia, 2018. P. 103–108.

35. Daniels S., Cosgrove D. (Eds). Introduction: iconography and landscape. In The Iconography of Landscape. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. P. 1–10.

36. Evseev A., Krasovskaya T. Perception of landscapes in geoecological research // Proceedings of II International scientific conference "Landscape dimensions of sustainable development Science-Carto/Gis-Planning-Governance". Tbilisi: Tbilisi State University Press, 2022. P. 12–16.

37. Kyba C.C.M., Kuester T., Sánchez De Miguel A., Kimberly B. et al. Artificially lit surface of earth at night increasing in radiance and extent // Science Advances. 2017. № 3(11). P. e1701528. https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528

38. Lamb R., Purcell A. Perception of naturalness in landscape and its relationship to vegetation structure // Landscape and Urban Planning. 1990. № 19(4). P. 333–352. https://doi.org/10.1016/0169-2046(90)90041-Y

39. Longcore T., Rich C. Ecological light pollution // Frontiers in Ecology and Environment. 2004. № 2(4). P. 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

40. Nawaz R., Wakil K. Prelims. Visual Pollution. Bingley: Emerald Publishing Ltd, 2022. P. 1–21. https://doi.org/10.1108/978-1-80382-041-520221006

41. Nelson J. IM, Not IP (Information Pollution) // Queue. 2003. V. 1. № 8. P. 75–76. https://doi.org/10.1145/966712.966731

42. Szczepańska M., Wilkaniec A., Škamlová L. Visual pollution in natural and landscape protected areas: Case studies from Poland and Slovakia // Quaestiones Geographicae. 2019. № 38(4). P. 133–149.

43. Wiltschko R., Stapput K., Thalau P., Wiltschko W., 2010. Directional orientation of birds by the magnetic field under different light conditions // Journal of The Royal Society Interface. 2010. V. 7. P. 163–177. https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0367.focus

44. Zhang N., Zheng X., Wang X. Assessment of Aesthetic Quality of Urban Landscapes by Integrating Objective and Subjective Factors: A Case Study for Riparian Landscapes // Frontiers in Ecology and Evolution. 2022. V. 9. P. 1–24. https://doi.org/10.3389/fevo.2021.735905

45. Zube E.H., Sell J.L., Taylor J.G., 1982. Landscape perception: Research, application and theory // Landscape Planning. 1982. № 9(1). P. 1–33.

46. Haines-Young R., Potschin M.B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018. URL: www.cices.eu (accessed March 24, 2023).

47. Global Environment Outlook. GEO5 / UNEP, 2005. URL: www.unep.org. (accessed March 24, 2023).

УДК 913:910.1

ЭТНОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КРЫМУ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

© 2024 г. А. Г. Манаков[a], *, Н. К. Теренина[a], **

[a] *Псковский государственный университет, Псков, Россия*
**E-mail: region-psk@yandex.ru*
***E-mail: brazelon@yandex.ru*

Поступила в редакцию 26.02.2023 г.
После доработки 20.03.2023 г.
Принята к публикации 24.05.2024 г.

Целью исследования является выявление особенностей этнодемографических процессов в Крыму в течение первых двух десятилетий XXI в. Работа опирается на статистический и картографический методы исследования. Характер этнодемографических процессов на территории Крыма в период между переписями населения 2001 и 2021 гг., на который пришлось изменение политической субъектности полуострова, определялся ростом численности и доли русского и крымско-татарского населения. В то же время произошло значительное сокращение численности и удельного веса украинского населения, вызванное как миграционным оттоком, так и сменой этнической идентичности. Кроме того, в ходе исследования удалось выявить важную пространственно-временную составляющую этнодемографических процессов в Крыму в этот период — нарастающую концентрацию основных этнических сообществ (русских, украинцев и крымских татар) в южной части полуострова.

Ключевые слова: русские, украинцы, крымские татары, индекс этнической мозаичности, миграции, этническая идентичность

DOI: 10.31857/S0869607124010066, **EDN**: OCGDUU

ВВЕДЕНИЕ

На фоне многочисленных трудов, посвященных этнической истории Крымского полуострова, и особенно, крымских татар (например, [1, 2, 5, 6, 8] и др.), заметно меньше исследований, где рассматриваются современные этнодемографические процессы в Крыму. Тем не менее, в этих немногочисленных работах представлен достаточно детальный анализ этнической и демографической статистики по итогам последних переписей населения. Так, например, результаты переписи 2014 г. с позиции организации национальной политики в Крыму рассмотрены в коллективной монографии «Этническая и этнополитическая карта Крыма. Организация мониторинга и раннего предупреждения этнических и религиозных конфликтов» [22]. Также можно отметить публикацию А.В. Баранова [3], где проанализированы изменения этнической структуры населения Крыма с 2001 по 2014 гг. Им же были рассмотрены территориальные аспекты этих изменений, прежде всего, касающиеся трех основных этнических сообществ Крыма – русских, украинцев и крымских татар. Этим же автором более подробно были проанализированы изменения в расселении крымских татар в период с 1926 по 2014 гг. [2]. Схожие исследования были проведены другими авторами, например, Д.И. Узнародовым [18, 31], работы которого посвяще-

ны демографической динамике и расселению украинцев и малочисленных этнических групп Крыма.

Но особо нужно в этом плане отметить коллективную монографию «Социокультурная трансформация регионального развития Крыма» [16]. В данной монографии наибольший интерес, исходя из целей нашего исследования, вызывают два раздела. Во-первых, это раздел 2.1. «Особенности Крымской геодемографической ситуации», подготовленный И.Н. Ворониным, Н.С. Сахновой, Г.В. Сазоновой и К.Ю. Сикач. Во-вторых, это раздел 2.2. «Этнокультурные характеристики Крыма», который подготовили Н.В. Киселева, К.Ю. Сикач и А.Б. Швец. Первый раздел касается собственно демографических процессов, а второй включает достаточно подробный анализ динамики русских, украинцев и крымских татар на уровне городов и районов Крыма с 2001 по 2014 гг. Авторами был рассчитан на районном уровне индекс этнической мозаичности, предложенный около полувека назад Б.М. Эккелем [21], что позволило им не только оценить, но и объяснить сдвиги в расселении обозначенных выше народов на территории полуострова за первые полтора десятилетия XXI в. Также в данном исследовании города и районы Крыма были распределены по типам динамики этнической структуры населения в период с 1979 по 2014 гг. Можно отметить и другие работы обозначенных выше авторов, посвященные картографированию трансформации этнического пространства Крыма [7, 15, 19].

Целью данной работы является выявление особенностей этнодемографических процессов в Крыму в первых двух десятилетиях XXI в., в частности, имеющих пространственную выраженность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве источника информации в исследовании выступает этническая статистика по результатам всех проводившихся на территории Крымского полуострова переписей населения, начиная с 1897 г. и по 2021 гг., представленная на сайтах Росстата [14], Demoskop Weekly [24] и Population statistics of Eastern Europe & former USSR [29].

Анализ динамики численности и соотношения основных этнических сообществ Крыма (русских, украинцев и крымских татар) по итогам переписей населения с 1897 по 2014 гг. был уже осуществлен нами в работе [12], и в данной статье делается акцент на рассмотрении особенностей внутрирегиональной (на уровне городов и районов) этнодемографической динамики в Крыму между переписями населения 2001 и 2014 гг. Для данного анализа используется, в частности, показатель, отражающий степень однородности национального состава населения административных единиц. Этим показателем является индекс этнической однородности (ИЭО), рассчитанный по аналогии с индексом этнической мозаичности (ИЭМ), но при этом обратный последнему (ИЭО = 1 – ИЭМ).

Индекс этнической мозаичности, называемый также в зарубежной науке индексом этнической фракционализации [23, 25, 28, 30], достаточно часто используется в этнической географии [4, 13, 27] и этнодемографии [9, 26]. Он рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЭМ} = 1 - \sum(Pi)^2,$$

где Pi – доля представителей i-ой этнической группы ($i = 1, 2...$) в регионе исследования. Величина ИЭМ изменяется от нуля до $1-1/N$, где N – общее количество этнических групп в регионе. В нашем исследовании ИЭМ рассчитан для всего населения

Крымского полуострова по итогам всех переписей населения, проводившихся на его территории, начиная с Первой всеобщей переписи населения Российской империи 1897 г., и вплоть до Всероссийской переписи населения, состоявшейся в 2021 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамику основных этнических сообществ Крыма (русских, украинцев и крымских татар) на протяжении первых двух десятилетий XXI в. нельзя рассматривать в отрыве от всей предшествующей этнодемографической истории полуострова. Уменьшение доли крымских татар в населении полуострова началось еще в довоенный период, связанное с ростом численности и доли русского и украинского населения (табл. 1, рис. 1). После депортации крымских татар (1944 г.) продолжалось быстрое увеличение численности и удельного веса в населении полуострова русских и украинцев. При этом имеются сведения о массовом переселении в Крым уроженцев разных областей УССР и РСФСР [10, 18].

Основной этап репатриации крымских татар пришелся на последнее десятилетие XX в. Но именно в 1990-е гг. началось уменьшение общей численности населения Крымского полуострова. Итогом первого постсоветского десятилетия стало сокращение численности и доли как русского, так и украинского населения, и только количество крымских татар выросло более чем в 6 раз. В период между переписями населения 2001 и 2014 гг., на который пришлось изменение политического статуса полуострова, падение численности населения ускорилось, но уже между переписями населения 2014 и 2021 гг. произошел рост численности населения Крыма (на 8.7%).

Результатом этнодемографических процессов первых полутора десятилетий XXI в. и смены политической субъектности Крыма стал рост численности русского населения (почти на 3%) и малочисленных этнических групп (в сумме на 9%), а также значительное уменьшение численности украинцев (на 40%) и небольшое – крымских татар (на 5.3%). В период между переписями 2014 и 2021 гг. в Крыму наиболее значительно выросла численность русских (на 14.4%), что при отрицательном естественном приросте объяснимо миграционным притоком и ассимиляционными процессами (численность украинцев уменьшилась вдвое, а других народов полуострова – на 21.3%). Также заметно увеличилась численность крымских татар (на 9.1%), но в данном случае главным фактором стал относительно высокий естественный прирост.

В первые два десятилетия XXI в. резко снизилась степень неоднородности этнической структуры населения Крыма (рис. 2). В отечественной этнической и культурной географии, в зависимости от величины индекса этнической мозаичности, принято разделять территории на моноэтничные (ИЭМ менее 0.2) и этноконтактные зоны (ЭКЗ) разной степени выраженности (средней выраженности при ИЭМ от 0.2 до 0.4, ярко выраженные при ИЭМ от 0.4 до 0.6 и наиболее ярко выраженные при ИЭМ свыше 0.6) [11, 17, 20]. Еще в 2014 г. индекс этнической мозаичности региона превышал 0.5, а в 2021 г. ИЭМ составлял уже менее 0.4, что означало, согласно классификации этноконтактных зон, переход Крыма из ярко выраженных ЭКЗ в категорию средне выраженных ЭКЗ. Причем в 2021 г. ИЭМ оказался самым низким за всю историю переписей населения, и в ближайшей перспективе также будет снижаться.

По карте национального состава населения Крыма за 2014 г. (рис. 3) можно проследить соотношение в разных административных единицах региона трех главных составляющих этнической структуры населения полуострова – русских, украинцев

Таблица 1. Динамика общей численности населения Крыма, а также русских, украинцев и крымских татар с 1897 по 2021 гг. (рассчитано по 14, 24, 29]).

Table 1. Dynamics of the total population of Crimea, as well as Russians, Ukrainians and Crimean Tatars from 1897 to 2021 (calculated according to [14, 24, 29]).

Год	Численность, чел.						Прирост численности за период, %				
	Все население	в т. ч. указало национальность	русские	украинцы	крымские татары	другие нацио-нальности	Все население	русские	украинцы	крымские татары	другие нацио-нальности
1897	546592	546592	180963	64703	194294	106632					
1926	713823	706757	301398	77405	179094	148860	30.6	66.6	19.6	–7.8	39.6
1939	1126429	1126085	558481	154123	218879	194602	57.8	85.3	99.1	22.2	57.8
1959	1201525	1201517	858273	267659	417	75168	6.7	53.7	73.7	–99.8	–61.4
1970	1813502	1813502	1220484	480733	2064	110221	50.9	42.2	79.6	395.0	46.6
1979	2135916	2135855	1460980	547336	5422	122117	17.8	19.7	13.9	162.7	10.8
1989	2458655	2430495	1629542	625919	38365	136669	15.1	11.5	14.4	607.6	11.9
2001	2401209	2390319	1450394	576647	245291	117987	–2.3	–11.0	–7.9	539.4	–13.7
2014	2284769	2197564	1492078	344515	232340	128631	–4.8	2.9	–40.3	–5.3	9.0
2021	2482450	2232671	1706662	171160	253570	101279	8.7	14.4	–50.3	9.1	–21.3

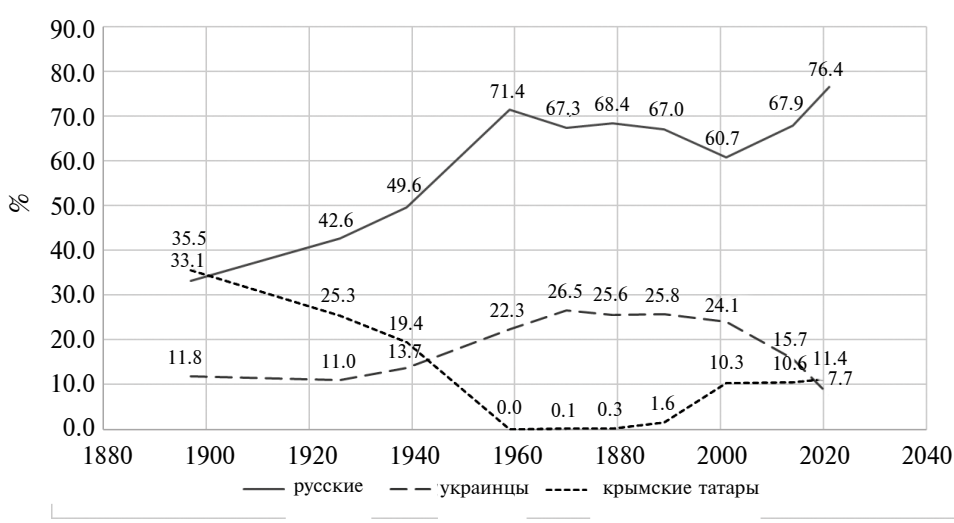

Рис. 1. Динамика доли русских, украинцев и крымских татар от количества указавших свою национальность в Крыму с 1897 по 2021 гг. (рассчитано по [14, 24, 29]).

Fig. 1. Dynamics of the share of Russians, Ukrainians and Crimean Tatars in the number of those who indicated their nationality in Crimea from 1897 to 2021 (calculated according to [14, 24, 29]).

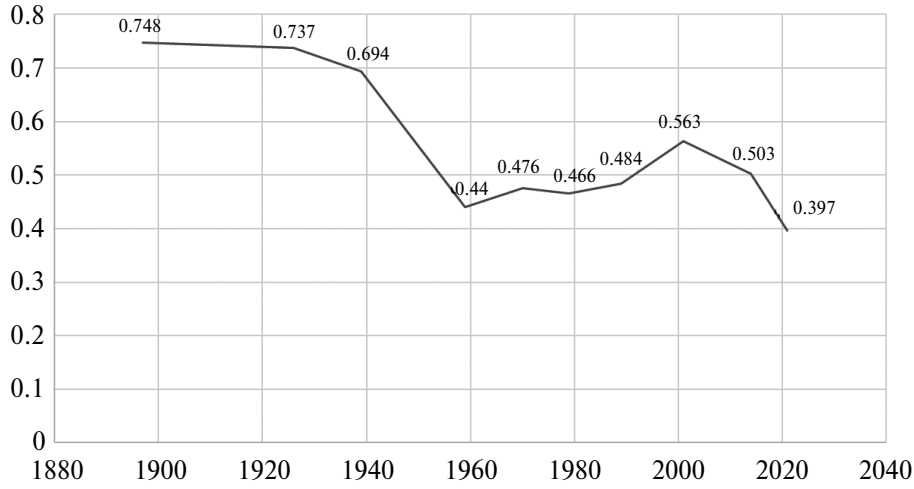

Рис. 2. Изменение индекса этнической мозаичности в Крыму с 1897 по 2021 гг. (рассчитано по [14, 24, 29]).

Fig. 2. Changes in the ethnic mosaic index in Crimea from 1897 to 2021 (calculated according to [14, 24, 29]).

и крымских татар. Заметно, что доля русских несколько понижена в северных районах Крыма, где ощутимо выше доля украинцев и крымских татар.

Также на рис. 3 фоном по территориальным ячейкам показана величина индекса этнической однородности (ИЭО). Данный показатель, обратный индексу этнической мозаичности (ИЭМ), позволяет классифицировать города и районы Крыма по степени пестроты этнической структуры населения. С учетом того, что величина

ИЭО = 1 – ИЭМ, к моноэтничным можно отнести территории с ИЭО свыше 0.8. Но таковых на полуострове нет, а значит, все города и районы Крыма по состоянию на 2014 г. относились к этноконтактным зонам разной степени выраженности. Таким образом, города Керчь, Севастополь и Феодосия (с ИЭО от 0.6 до 0.8) можно отнести к ЭКЗ средней степени выраженности, еще ряд городов и районов (с ИЭО от 0.4 до 0.6) – к ярко выраженным ЭКЗ, но основная часть территории полуострова, включающая массив сельских районов в его средней части и на севере (с ИЭО менее 0.4), характеризуется как наиболее ярко выраженная ЭКЗ.

Также нами была рассчитана динамика ИЭО по городам и районам Крыма за период между переписи 2001 и 2014 гг. Результаты этих расчетов представлены на рис. 4А. Наблюдается рост ИЭО во всех городах и районах полуострова, кроме Красноперекопского района. Можно обратить внимание на наиболее значительный рост ИЭО в отмеченных выше городах, характеризующихся относительно более высоким уровнем этнической однородности. Однако в остальном данную динамику достаточно трудно интерпретировать, так как небольшой рост ИЭО наблюдался и в районах с наиболее пестрым этническим составом населения.

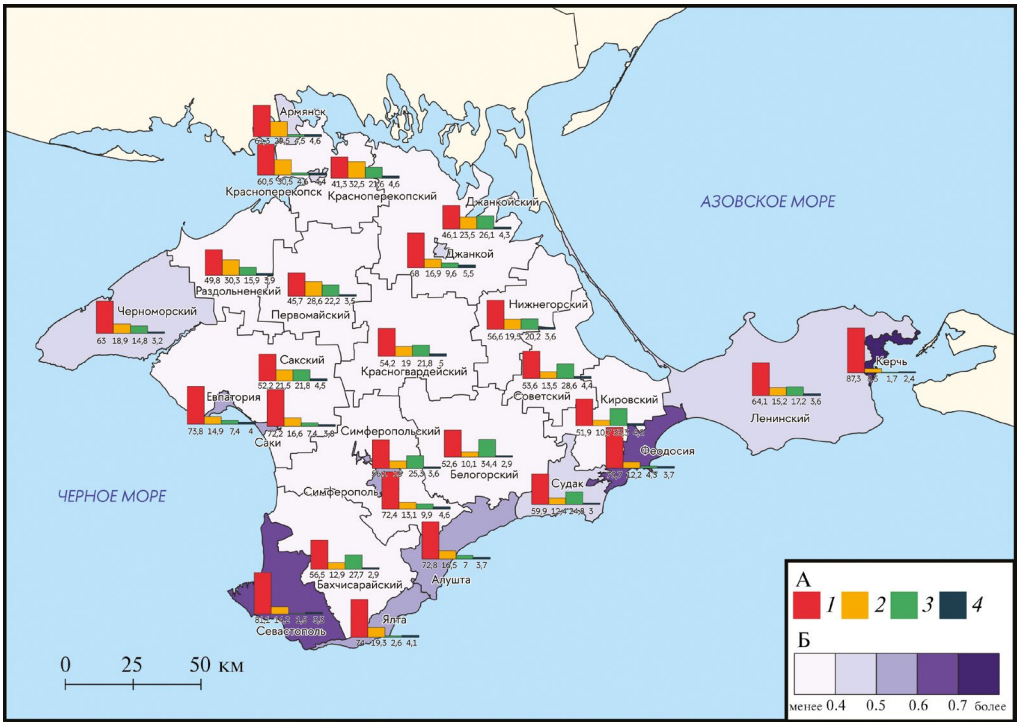

Рис. 3. Национальный состав населения и индекс этнической однородности городов и районов Крыма в 2014 г. (составлено В.М. Елисейкиной, рассчитано по [29]). А – Доля от указавших свою национальность представителей основных этнических сообществ Крыма в 2014 г., %: *1* – русские, *2* – украинцы, *3* – крымские татары, *4* – другие. Б – Величина индекса этнической однородности.

Fig. 3. The national composition of the population and the index of ethnic homogeneity of cities and regions of Crimea in 2014 (compiled by V.M. Eliseykina, calculated according to [29]). A – The share of representatives of the main ethnic communities of Crimea who indicated their nationality in 2014, %: *1* – Russians, *2* – Ukrainians, *3* – Crimean Tatars, *4* – others. B – The value of the index of ethnic homogeneity.

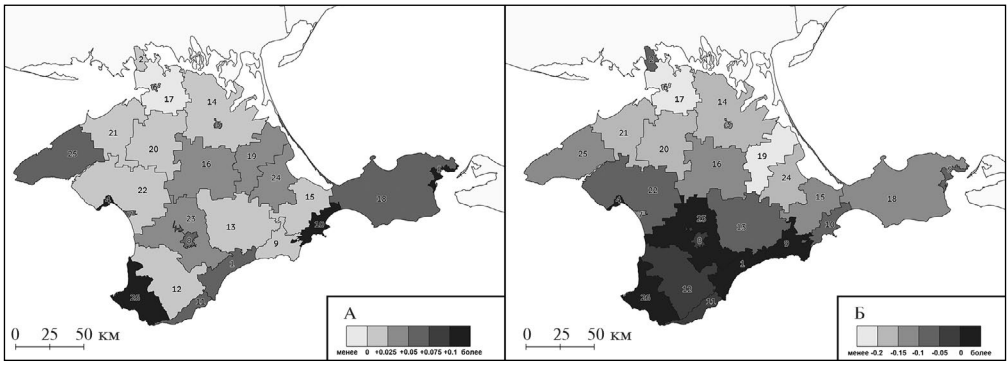

Рис. 4. Изменение величины индекса этнической однородности и численности населения городов и районов Крыма с 2001 по 2014 гг. (составлено А.Г. Манаковым, рассчитано по [29]). А – Изменение величины индекса этнической однородности городов и районов Крыма с 2001 по 2014 гг. Б – Прирост численности населения в городах и районах Крыма с 2001 по 2014 гг., %.

Fig. 4. Change in the value of the index of ethnic homogeneity and population of cities and regions of Crimea from 2001 to 2014 (compiled by A.G. Manakov, calculated according to [29]). A – Change in the value of the index of ethnic homogeneity of cities and regions of Crimea from 2001 to 2014. B – Population growth in cities and regions of Crimea from 2001 to 2014, %.

Цифрами обозначены города и районы:
1 – г. Алушта, 2 – г. Армянск, 3 – г. Джанкой, 4 – г. Евпатория, 5 – г. Керчь, 6 – г. Красноперекопск, 7 – г. Саки, 8 – г. Симферополь, 9 – г. Судак, 10 – г. Феодосия, 11 – г. Ялта, 12 – Бахчисарайский, 13 – Белогорский, 14 – Джанкойский, 15 – Кировский, 16 – Красногвардейский, 17 – Красноперекопский, 18 – Ленинский, 19 – Нижнегорский, 20 – Первомайский, 21 – Раздольненский, 22 – Сакский, 23 – Симферопольский, 24 – Советский, 25 – Черноморский, 26 – г. Севастополь.

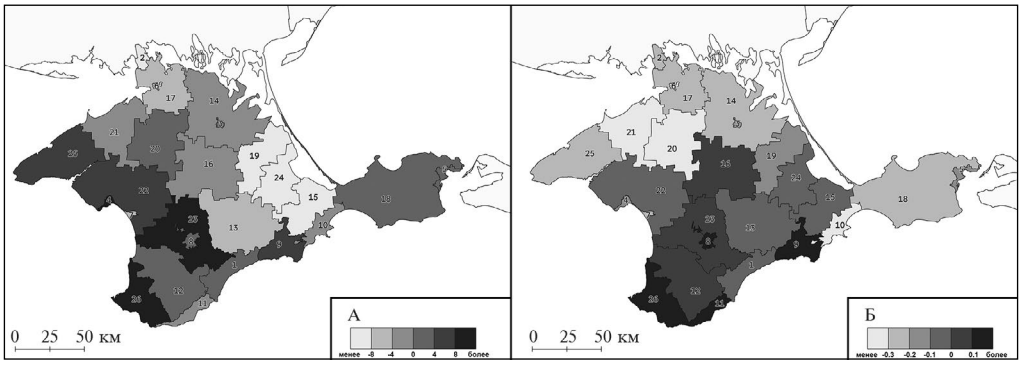

Рис. 5. Изменение численности русских и крымских татар в городах и районах Крыма с 2001 по 2014 гг. (составлено А.Г. Манаковым, рассчитано по [29]). А – Изменение численности русских в городах и районах Крыма с 2001 по 2014 гг., %. Б – Изменение численности крымских татар в городах и районах Крыма с 2001 по 2014 гг., %.

Fig. 5. Change in the number of Russian and Crimean Tatars in the cities and regions of Crimea from 2001 to 2014 (compiled by A.G. Manakov, calculated according to [29]). A – Change in the number of Russians in the cities and regions of Crimea from 2001 to 2014, %. B – Change in the number of Crimean Tatars in the cities and regions of Crimea from 2001 to 2014, %.

Цифрами обозначены города и районы:
1 – г. Алушта, 2 – г. Армянск, 3 – г. Джанкой, 4 – г. Евпатория, 5 – г. Керчь, 6 – г. Красноперекопск, 7 – г. Саки, 8 – г. Симферополь, 9 – г. Судак, 10 – г. Феодосия, 11 – г. Ялта, 12 – Бахчисарайский, 13 – Белогорский, 14 – Джанкойский, 15 – Кировский, 16 – Красногвардейский, 17 – Красноперекопский, 18 – Ленинский, 19 – Нижнегорский, 20 – Первомайский, 21 – Раздольненский, 22 – Сакский, 23 – Симферопольский, 24 – Советский, 25 – Черноморский, 26 – г. Севастополь.

На фоне слабовыраженной в территориальном плане динамики ИЭО более контрастным выглядит изменение численности населения в городах и районах Крыма в период с 2001 по 2014 гг., представленное на рис. 4Б. Заметно значительное стягивание населения Крыма с его северной части в южную, и особенно на юго-запад полуострова. Данное стягивание невозможно объяснить естественным движением населения, т. е. произошло значительное миграционное перераспределение населения Крымского полуострова.

Данное перераспределение населения коснулось не только русского населения (рис. 5А), но и представителей других этнических сообществ, в том числе и крымских татар (рис. 5Б). Выявленное перераспределение населения в Крыму должно быть учтено при интерпретации изменения величины ИЭМ и ИЭО на уровне городов и районов, на что будет обращено внимание ниже.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наше исследование позволило дополнить ряд положений, высказанных другими авторами, изучающими этнодемографические процессы в Крыму в первые два десятилетия XXI в. В частности, нами были выявлены некоторые особенности этих процессов, имеющие пространственно-временной аспект, недооцененные другими исследователями. Так, в коллективной монографии «Социокультурная трансформация регионального развития Крыма» справедливо отмечается, что с 2001 по 2014 гг. по причине прекращения возвращения крымских татар на свою историческую родину полиэтничность Крыма стабилизировалась с практически повсеместным трендом уменьшения индекса этнической мозаичности [16, с. 67]. Этот вывод подтверждается и расчетами динамики индекса этнической однородности по городам и районам Крыма за обозначенный интервал, представленных на рисунке 4А в нашем исследовании.

Однако при анализе изменений в этнической структуре населения городов и районов Крыма недооцененным оказался важный фактор, а именно, значительное территориальное перераспределение населения в пределах полуострова в этот период, в том числе и представителей его основных этнических сообществ. Так, составленная нами карта динамики численности населения Крыма в период с 2001 по 2014 гг. (см. рис. 4Б) почти повторяет карту миграционного движения населения Крыма в 2002–2016 гг., представленную в обозначенной коллективной монографии [16, с. 59]. Обе карты свидетельствуют о заметном территориальном перераспределении населения Крыма в первые полтора десятилетия XXI в. в направлении с севера и востока полуострова на его юго-запад. В первую очередь, этот процесс характеризует русское население. На рисунке 5А можно проследить достаточно большой рост русского населения на западе и юге полуострова несмотря на то, что в целом по Крыму прирост численности русских за период с 2001 по 2014 гг. составил всего 2.9%. Аналогичный сдвиг в расселении за данный период происходил и внутри двух других основных этнических сообществ Крыма – украинцев и крымских татар.

О главенствующей роли в сокращении численности украинцев смены этнической идентичности (ввиду распространения среди последних биэтничности, т. е. двойной идентичности) после воссоединения Крыма с Россией отмечают разные исследователи (например, [3, 16]). Однако все же признается, что имелись и небольшие миграции украинцев за пределы Крымского полуострова [16, с. 63]. При этом Д.И. Узнародов [31, с. 78] высказывает точку зрения, что сокращение украинского населения в северных районах Крыма объясняется, главным образом, миграци-

онным оттоком вследствие негативной реакции некоторых украинцев на события «Крымской весны» 2014 г. К этому можно добавить, что отмеченный миграционный отток с севера полуострова сыграл заметную роль в территориальном перераспределении украинского населения в Крыму между переписями 2001 и 2014 гг.

В разделе коллективной монографии [16], посвященном этническим процессам в Крыму, рассмотренный выше фактор не рассматривается как существенный при анализе изменения этнической неоднородности населения городов и районов полуострова в этот период. Отмечается лишь передислокация крымских татар в предгорные и горно-приморские территории Крыма, которым в начале 1990-х гг. предлагали селиться в степных районах полуострова [16, с. 68].

Данное перемещение крымских татар из северных сельских районов в города и районы южной части полуострова (особенно в Судак, Ялту, Севастополь, Симферополь и прилегающие к ним Бахчисарайский и Симферопольский районы) наглядно прослеживается на составленной нами карте (см. рис. 5Б), где наблюдается прирост крымско-татарского населения в них несмотря на его общее сокращение в Крыму в период с 2001 по 2014 гг.

Таким образом, в результате исследования в период между переписями населения 2001 и 2014 гг. нами было выявлено значительное территориальное перераспределение населения в Крыму, направленное с севера и востока на юг и запад полуострова. Это перераспределение коснулось представителей всех основных этнических сообществ Крыма – русских, украинцев и крымских татар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий ход этнодемографических процессов на территории Крыма в первых двух десятилетиях XXI в., на которые пришлось изменение политической субъектности полуострова, определялся ростом численности и доли русского и крымско-татарского населения. При этом произошло значительное сокращение численности (почти в 3.4 раза) и удельного веса украинского населения, вызванное как миграционным оттоком, так и сменой этнической идентичности.

Благодаря проведенному исследованию удалось выявить важную пространственно-временную составляющую этнодемографических процессов в Крыму в первые два десятилетия XXI в. – заметное территориальное перераспределение основных этнических сообществ (русских, украинцев и крымских татар), а точнее, их нарастающую концентрацию в южной части полуострова.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках проекта № 23-17-00005 «Этноконтактные зоны на постсоветском пространстве: генезис, типология, конфликтогенность».

Авторы выражают благодарность студентке НИУ ВШЭ Елисейкиной Варваре Михайловне за подготовку картографических материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алиев Р.Д.* Документы РГИА как источник по истории миграций крымских татар в XIX – начале XX в. // Восток. Афро-Азиатские общества: история и современность. 2016. № 5. С. 105–111.

2. *Баранов А.В.* Изменения географии расселения крымских татар и их политические последствия (1926–2014 гг.) // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества / отв. ред. И.Г. Чайка, Ю.В. Ефремов, Л.А. Морева. Краснодар, 2020. С. 227–235.

3. *Баранов А.В.* Изменения этнической структуры населения Крыма в постсоветский период: дрейф идентичностей и миграционные процессы // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Т. 4 (14). Вып. 3. С. 351–360.

4. *Буряк Ж.А., Полетаев А.О., Магомедсаидова А.М.* Пространственный анализ этнического состава Крыма в 1926 году с использованием ГИС-моделирования // Псковский регионологический журнал. 2023. Т. 19. № 2. С. 114–127. https://doi.org/10.37490/S221979310025077-7

5. *Водарский Я.Е., Елисеева О.И., Кабузан В.М.* Население Крыма в конце XVIII – конце XX в.: Численность, размещение, этнический состав. М.: Институт российской истории РАН, 2003. 160 с.

6. *Возгрин В.Е.* История крымских татар: очерки этнической истории коренного народа Крыма в четырех томах. Симферополь: Изд. дом «Тезис», 2013. Т. 1. 872 с. Т. 2. 940 с. Т. 3. 880 с. Т. 4. 620 с.

7. *Воронин И.Н., Сикач К.Ю., Сазонова Г.В., Швец А.Б.* Картографирование трансформационных процессов в этнодемографическом пространстве Крыма // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 4. С. 273–291. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-273-291

8. *Гафаров Э.А.* Эмиграция крымских татар в конце XIX в. – начале XX в. // Научный аспект. 2020. Т. 9. № 2. С. 1169–1173.

9. *Дорофеева Д.Ю., Савоскул М.С.* Изменение этнической мозаичности регионов России // Этническая демография: сборник. Сер. Демографические исследования / под ред. И.А. Даниловой, О.А. Хараевой. М.: МАКС Пресс, 2010. С. 72–93.

10. *Кониренко В.А.* Переселение колхозников из России и Украины на постдепортационные территории Крыма в 1944–1953 годы // Известия Саратовского университета. Новая серия: История. Международные отношения. 2017. Вып. 1. С. 59–63.

11. *Лысенко А.В., Водопьянова Д.С., Азанов Д.С.* Этноконтактные зоны Северного Кавказа // Вестник Ставропольского государственного университета. 2011. № 3. С. 165–170.

12. *Манаков А.Г., Вампилова Л.Б.* Оценка степени неоднородности этнической структуры населения Крыма с 1897 по 2014 гг. // Псковский регионологический журнал. 2023. Т. 19. № 1. С. 113–128. https://doi.org/10.37490/ S221979310023933-9

13. *Орлов А.Ю.* Историко-географические аспекты трансформации этнической структуры населения Российской Федерации // Региональные исследования. 2013. № 2 (40). С. 120–124.

14. Росстат. Всероссийская перепись населения 2021 года. Том 5. Национальный состав и владение языками. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul (дата обращения: 22.01.2023).

15. *Сикач К.Ю., Швец А.Б.* Картографирование этнического пространства Крыма // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5 (15). № 3. С. 211–222.

16. Социокультурная трансформация регионального развития Крыма / под общ. ред. И.Н. Воронина, А.Б. Швец. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. 218 с.

17. *Теренина Н.К.* Индекс этнической контактности как инструмент изучения территорий со смешанным национальным составом населения // Псковский регионологический журнал. 2022. Т. 18. № 1. С. 101–116. https://doi.org/10.37490/S221979310018427-2

18. *Узнародов Д.И.* Этнические меньшинства Крыма в XX – начале XXI века: специфика демографических трансформаций // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. 2022. № 2 (214). С. 60–67.
https://doi.org/10.18522/2687-0770-2022-2-60-67

19. *Швец А.Б., Сикач К.Ю.* Новая реальность этнического пространства в российском Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. Т. 6 (16). Вып. 3. С. 301–313.

20. *Шитиков Ф.В.* Географические особенности этноконфессиональной ситуации на территории Республики Бурятия // Известия Иркутского университета. Серия: Науки о Земле. 2015. Т. 11. С. 141–148.

21. *Эккель Б.М.* Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев и областей СССР // Советская этнография. 1976. № 2. С. 33–39.

22. Этническая и этнополитическая карта Крыма. Организация мониторинга и раннего предупреждения этнических и религиозных конфликтов / под ред. В.Ю. Зорина, Р.А. Старченко, В.В. Степанова. М.: ИЭА РАН, 2017. 216 с.

23. *Campos N., Saleh A., Kuzeyev V.* Dynamic Ethnic Fractionalization and Economic Growth // Journal of International Trade and Economic. 2011. V. 20. P. 129–152.

24. Demoskop Weekly. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=2 (дата обращения: 22.01.2023).

25. *Dražanová L.* Introducing the Historical Index of Ethnic Fractionalization (HIEF) Dataset: Accounting for Longitudinal Changes in Ethnic Diversity // Journal of Open Humanities Data. 2020. V. 6. № 1.

26. *Manakov A.G.* Main trends in the transformation of the ethnic space of the Central Asian macroregion from 1897 to 2017 // Regional Research of Russia. 2020. V. 10. № 4. P. 574–582.
https://doi.org/10.1134/S2079970520040176

27. *Manakov A.G.* Spatial patterns in the transformation of the ethnic structure of the Russian population between the 1959 and 2010 censuses // Geography and Natural Resources. 2019. V. 40. № 2. P. 106–114. https://doi.org/10.1134/S1875372819020021

28. *Németh Á.* Ethnic diversity and its spatial change in Latvia, 1897–2011 // Post-Soviet Affairs. 2013. 34 p.

29. Population statistics of Eastern Europe & former USSR. URL: http://pop-stat.mashke.org/ (дата обращения: 22.01.2023).

30. *Posner D.N.* Measuring Ethnic Fractionalization in Africa // Amer. J. Political Sci. 2004. V. 48. № 4. P. 849–863.

31. *Uznarodov D.* Ukrainian population of Crimea in 1989–2014: specifics of demo-graphic transformations // Science Almanac of Black Sea Region Countries. 2021. № 2 (26). P. 78–84.
https://doi.org/10.23947/2414-1143-2021-26-2-78-84

Ethnodemographic Processes in Crimea at the Beginning of the 21 Century

A. G. Manakov[1, *], N. K. Terenina[1, **]

[1]*Pskov State University, Pskov, Russia*
**E-mail: region-psk@yandex.ru*
***E-mail: brazelon@yandex.ru*

Abstract – The purpose of the study is to identify the features of ethno-demographic processes in Crimea during the first two decades of the 21st century. The work is based on statistical and cartographic research methods. The nature of ethno-demographic processes in the territory of Crimea in the period between the population censuses of 2001 and 2021, which saw a change in the political subjectivity of the peninsula, was determined by the growth in the number and share of the Russian and Crimean Tatar population. At the same time, there was a significant reduction in the size and proportion of the Ukrainian population, caused by both migration outflow and a change in ethnic identity. In addition, the study was able to identify an important spatiotemporal component of ethnodemographic processes in Crimea during this period – the increasing concentration of the main ethnic communities (Russians, Ukrainians and Crimean Tatars) in the southern part of the peninsula.

Keywords: Russians, Ukrainians, Crimean Tatars, ethnic mosaic index, migration, ethnic identity

REFERENCES

1. Aliev R.D. Dokumenty RGIA kak istochnik po istorii migratsii krymskikh tatar v XIX – nachale XX v. // Vostok. Afro-Aziatskie obshchestva: istoriya i sovremennost'. 2016. № 5. P. 105–111.

2. Baranov A.V. Izmeneniya geografii rasseleniya krymskikh tatar i ikh politicheskie posledstviya (1926–2014 gg.) // Vestnik Krasnodarskogo regional'nogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva / otv. red. I.G. Chaika, Yu.V. Efremov, L.A. Moreva. Krasnodar, 2020. P. 227–235.

3. Baranov A.V. Izmeneniya etnicheskoi struktury naseleniya Kryma v postsovetskii period: dreif identichnostei i migratsionnye protsessy // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2018. V. 4 (14). № 3. P. 351–360.

4. Buryak Zh.A., Poletaev A.O., Magomedsaidova A.M. Prostranstvennyi analiz etnicheskogo sostava Kryma v 1926 godu s ispol'zovaniem GIS-modelirovaniya // Pskovskii regionologicheskii zhurnal. 2023. V. 19. № 2. P. 114–127. https://doi.org/10.37490/S221979310025077-7

5. Vodarskii Ya.E., Eliseeva O.I., Kabuzan V.M. Naselenie Kryma v kontse XVIII—kontse XX v.: Chislennost', razmeshchenie, etnicheskii sostav. Moscow: Institut rossiiskoi istorii RAN, 2003. 160 p.

6. Vozgrin V.E. Istoriya krymskikh tatar: ocherki etnicheskoi istorii korennogo naroda Kryma v chetyrekh tomakh. Simferopol': Izd. dom «Tezis», 2013. V. 1. 872 p. V. 2. 940 p. V. 3. 880 p. V. 4 620 p.

7. Voronin I.N., Sikach K.Yu., Sazonova G.V., Shvets A.B. Kartografirovanie transformatsionnykh protsessov v etnodemograficheskom prostranstve Kryma // InterKarto. InterGIS. 2021. V. 27. № 4. P. 273–291. https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-273-291

8. Gafarov E.A. Emigratsiya krymskikh tatar v kontse XIX v. – nachale XX v. // Nauchnyi aspekt. 2020. V. 9. № 2. P. 1169–1173.

9. Dorofeeva D.Yu., Savoskul M.S. Izmenenie etnicheskoj mozaichnosti regionov Rossii // Etnicheskaya demografiya. Sbornik. Ser. Demograficheskie issledovaniya / pod red. I.A. Danilovoj, O.A. Xaraevoj. Moscow: MAKS Press, 2010. P. 72–93.

10. Kononirenko V.A. Pereselenie kolkhoznikov iz Rossii i Ukrainy na postdeportatsionnye territorii Kryma v 1944–1953 gody // Izvestiia Saratovskogo universiteta. Novaia seriia: Istoriia. Mezhdunarodnye otnosheniia. 2017. № 1. P. 59–63.

11. Lysenko A.V., Vodop'ianova D.S., Azanov D.S. Etnokontaktnye zony Severnogo Kavkaza // Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 3. P. 165–170.

12. Manakov A.G., Vampilova L.B. Otsenka stepeni neodnorodnosti etnicheskoi struktury naseleniia Kryma s 1897 po 2014 gg. // Pskovskii regionologicheskii zhurnal. 2023. V. 19. № 1. P. 113–128. https://doi.org/10.37490/ S221979310023933-9

13. Orlov A.Iu. Istoriko-geograficheskie aspekty transformatsii etnicheskoi struktury naseleniia Rossiiskoi Federatsii // Regional'nye issledovaniia. 2013. № 2 (40). P. 120–124.

14. Rosstat. Vserossiiskaia perepis' naseleniia 2021 goda. Tom 5. Natsional'nyi sostav i vladenie iazykami. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul (data obrashcheniia: 22.01.2023).

15. Sikach K.Iu., Shvets A.B. Kartografirovanie etnicheskogo prostranstva Kryma // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2019. V. 5 (15). № 3. P. 211–222.

16. Sotsiokul'turnaya transformatsiya regional'nogo razvitiya Kryma / pod obshch. red. I.N. Voronina, A.B. Shvets. Simferopol': IT "ARIAL", 2022. 218 p.

17. Terenina N.K. Indeks etnicheskoi kontaktnosti kak instrument izucheniya territorii so smeshannym natsional'nym sostavom naseleniya // Pskovskii regionologicheskii zhurnal. 2022. V. 18. № 1. P. 101–116. https://doi.org/10.37490/S221979310018427-2

18. Uznarodov D.I. Etnicheskie men'shinstva Kryma v XX – nachale XXI veka: spetsifika demograficheskikh transformatsii // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Obshchestvennye nauki. 2022. № 2 (214). P. 60–67.
https://doi.org/10.18522/2687-0770-2022-2-60-67

19. Shvets A.B., Sikach K.Yu. Novaya real'nost' etnicheskogo prostranstva v rossiiskom Krymu // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2020. V. 6 (16). № 3. P. 301–313.

20. Shitikov F.V. Geograficheskie osobennosti e`tnokonfessional`noj situacii na territorii Respubliki Buryatiya // Izvestiya Irkutskogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle. 2015. V. 11. P. 141–148.

21. Ekkel' B.M. Opredelenie indeksa mozaichnosti natsional'nogo sostava respublik, kraev i oblastei SSSR // Sovetskaya etnografiya. 1976. № 2. P. 33–39.

22. Etnicheskaya i etnopoliticheskaya karta Kryma. Organizatsiya monitoringa i rannego preduprezhdeniya etnicheskikh i religioznykh konfliktov / pod red. V.Yu. Zorina, R.A. Starchenko, V.V. Stepanova. M.: IEA RAN, 2017. 216 p.

23. Campos N., Saleh A., Kuzeyev V. Dynamic Ethnic Fractionalization and Economic Growth // Journal of International Trade and Economic. 2011. V. 20. P. 129–152.

24. Demoskop Weekly. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=2 (accessed January 22, 2023).

25. Dražanová L. Introducing the Historical Index of Ethnic Fractionalization (HIEF) Dataset: Accounting for Longitudinal Changes in Ethnic Diversity // Journal of Open Humanities Data. 2020. V. 6. № 1.

26. Manakov A.G. Main trends in the transformation of the ethnic space of the Central Asian macroregion from 1897 to 2017 // Regional Research of Russia. 2020. V. 10. № 4. P. 574–582.
https://doi.org/10.1134/S2079970520040176

27. Manakov A.G. Spatial patterns in the transformation of the ethnic structure of the Russian population between the 1959 and 2010 censuses // Geography and Natural Resources. 2019. V. 40. № 2. P. 106–114. https://doi.org/10.1134/S1875372819020021

28. Németh Á. Ethnic diversity and its spatial change in Latvia, 1897–2011 // Post-Soviet Affairs. 2013. 34 p.

29. Population statistics of Eastern Europe & former USSR. URL: http://pop-stat.mashke.org/ (accessed January 22, 2023).

30. Posner D.N. Measuring Ethnic Fractionalization in Africa // Amer. J. Political Sci. 2004. V. 48. № 4. P. 849–863.

31. Uznarodov D. Ukrainian population of Crimea in 1989–2014: specifics of demo-graphic transformations // Science Almanac of Black Sea Region Countries. 2021. № 2 (26). P. 78–84. https://doi.org/10.23947/2414-1143-2021-26-2-78-84