



Российская академия наук

ИЗВЕСТИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Том 152 № 1 2020 Январь—Февраль

Основан в 1865 г.
Выходит 6 раз в год

Журнал издается под руководством Отделения наук о Земле РАН

Главный редактор
В. М. Разумовский

Редакционная коллегия

К. В. Чистяков (зам. гл. ред.), Г. А. Исаченко (отв. секр.),
И. Л. Башмачников, Д. Ю. Большианов, С. А. Гаврилкина,
Д. А. Ганюшкин, Б. С. Жихаревич, Г. Иоффе, Т. Г. Нефёдова,
А. Ю. Опекунов, Е. А. Паниди, Д. Хаазе, С. С. Холод

Редакционный совет

П. Я. Бакланов, В. Венде, С. А. Добролюбов, С. С. Зилитинкевич,
Н. С. Касимов, В. А. Колосов, В. М. Котляков, И. А. Максимцев,
В. А. Румянцев, О. Н. Соломина, В. А. Тишков, А. К. Тулохонов,
Г. М. Федоров, Н. Н. Филатов, А. А. Чибилёв

Адрес редакции:

190000, Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 10,
тел.: +7 (800) 700-18-45, e-mail: izvestia-rgo.martinova@yandex.ru

Москва
ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА»

Оригинал-макет подготовлен ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
№ 0110279 от 08 декабря 1993 г., выдано Министерством печати и информации Российской Федерации

Подписано к печати @.@.2020 г.

Формат $70 \times 100^{1/16}$

Усл. печ. л. 7.8

Уч.-изд. л. 10.0

Тираж 23 экз.

Зак. @@@@

Бесплатно

Учредители: Российская академия наук,
Русское географическое общество, Институт озероведения РАН

Издатель: Российская академия наук, 119991 Москва, Ленинский просп., 14
Исполнитель по госконтракту 4У-ЭА-041-19 ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА»,
117342 Москва, ул. Бутлерова, д. 17Б, а/я 47

16+

Отпечатано в типографии «Book Jet» (ИП Коняхин А.В.),
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, 18, тел. (4912) 466-151

СОДЕРЖАНИЕ

Том 152, номер 1, 2020

Ландшафтная структура территории заповедника “Болоньский” (Хабаровский край) <i>Е. М. Климина, В. А. Купцова, А. В. Остроухов</i>	3
Пространственная структура растительного покрова болот северо-запада Архангельской области (на примере кряжа Ветреный Пояс) <i>В. А. Смагин, В. К. Антипин, М. А. Бойчук</i>	15
Экономико-географическое районирование Республики Калмыкия <i>К. С. Дегтярев</i>	31
Региональный анализ оползневой опасности (на примере Воронежской области) <i>В. Н. Бевз, А. С. Горбунов, В. А. Караваев</i>	47
Динамика экологического состояния озера Тургояк <i>С. Г. Захаров</i>	56
Палиноиндикация меда в городе Красноярске в 2013, 2015–2017 годах <i>Г. Ю. Ямских, В. О. Брунгардт, Д. Е. Макарчук, Н. В. Лебедева, Н. Ю. Жаринова</i>	66
60 лет палеолимнологии в России <i>Т. В. Сапелко, Д. А. Субетто</i>	76

ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА “БОЛОНЬСКИЙ”
(ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

© 2020 г. Е. М. Климина^а, *, В. А. Купцова^а, **, А. В. Остроухов^а, ***

^аИнститут водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

*e-mail: kliminaem@bk.ru

**e-mail: victoria@ivep.as.khb.ru

***e-mail: ostran2004@bk.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019 г.

После доработки 06.12.2019 г.

Принята к публикации 15.01.2020 г.

В статье рассматриваются особенности создания ландшафтной карты заповедника “Болоньский” (Хабаровский край, Россия), который имеет международные статусы водно-болотного угодья международного значения “Озеро Болонь и устья рек Сельгон и Симми”, ключевой орнитологической территории “Озеро Болонь”, на основе многолетних исследований. Показана специфика ландшафтной структуры заповедника (4 типа местностей и 23 вида урочищ), впервые изучены растительные ассоциации болотных и лугово-болотных сообществ, составлен список листостебельных мхов водно-болотных экосистем из 35 видов. В связи с часто повторяющимися пожарами и наводнениями обоснована необходимость долговременного мониторинга и начаты исследования ключевых участков (масштаб 1 : 5000). Изучено влияние пирогенного фактора на ландшафтную структуру на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли за 1996–2019 гг.

Ключевые слова: заповедник “Болоньский”, ландшафтная структура, типы местности и виды урочищ, болотные геосистемы

DOI: 10.31857/S0869607120010048

ВВЕДЕНИЕ

Исследования пространственного размещения сети ООПТ в России, проведенные в последние годы, в значительной степени опираются на ландшафтно-географический подход [7, 16]. Для регионов, где доля сохранившихся природных геосистем достаточно велика, необходимость применения этого подхода связана с выявлением всего разнообразия природных ландшафтов и их представленности в ООПТ, а также с необходимостью комплексного обоснования совокупности ООПТ как “ключевых ландшафтных территорий” [16, 17].

Государственный природный заповедник (ГПЗ) “Болоньский” расположен в Хабаровском крае, в северо-восточной части Среднеамурской низменности и является одним из самых молодых в регионе (основан в 1997 г.). Его территория, имеющая площадь 1036 км², относится к бассейну озера Болонь и охватывает нижнюю часть бассейна р. Симми, а также часть побережья самого озера. Это наиболее низкая часть равнины с преобладающими абсолютными высотами 22–26 м и превышениями в среднем не более 3 м. Характер рельефа определяется аккумулятивной деятельностью р. Амур, с которой озеро связано [10, 12]. Для территории характерно сочетание низ-

кой поймы, обширных плоских водоразделов и релок (линейно-вытянутых положительных форм рельефа с пологими склонами, флювиального или эолового происхождения, обычно поросших лесом); более 80% территории занято болотами и заболоченными лугами.

Значимость заповедника, помимо сохранения водно-болотных экосистем Нижнего Приамурья, определяется вхождением его в состав водно-болотного угодья международного значения “Болонь” как места транзитной остановки на пути миграции перелетных и околоводных птиц и их гнездования, места обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (дальневосточный аист, японский журавль, черный журавль и др.). Существующие факторы угрозы – браконьерство, перевылов рыбы, пожары и наводнения – изменяют качество среды обитания. Все это приводит к необходимости оценки существующей кормовой базы, возможностей ее восстановления и тенденций функционирования геосистем с позиций влияния двух наиболее значимых факторов воздействия – пожаров и наводнений. В связи с этим первоочередными стали задачи инвентаризации геосистем, заложения ключевых участков с последующим изучением динамики и функционирования болотных и луговых ценозов, оценки современного состояния растительного покрова.

Учитывая, что ландшафтные исследования на территории заповедника проводились впервые, целью данной работы стало выявление и описание его ландшафтной структуры. В своих исследованиях авторы опирались на научные труды, посвященные изучению природных условий, а также болотных биогеоценозов северо-восточной части Среднеамурской низменности, территории Болоньского заповедника [1, 2, 10, 12–14].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для разработки ландшафтной карты, выявления разнообразия и пространственной структуры геосистем заповедника “Болоньский” использовались методы ландшафтного профилирования, описания ключевых участков, аэрофотосъемки с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА), дешифрирования космоснимков, крупномасштабного ландшафтного картографирования (масштаб 1 : 100 000) урочищ и фаций. Полевые работы проводились в мае–июле 2017–2019 гг. на ключевых участках (рис. 1), заложенных в нижних течениях рек Симми и Хылга, приустьевой части озера Болонь (ключевой участок “Килтасин”), в нижнем течении левого притока р. Симми–р. Вахтар (“Вахтар”), в бассейне правого притока р. Симми–р. Кирпу (“Кирпу”), в среднем течении реки Сельгон (60 км выше устья реки) (“Сельгон”).

На территории ГПЗ “Болоньский” была отработана методика комплексного использования данных дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения и аэрофотосъемки с БПЛА для создания крупномасштабных тематических (ландшафтно-инвентаризационных, геоботанических, геоморфологических) карт труднодоступных территорий. На основе комплексного анализа полученных полевых материалов, данных аэрофотосъемки и снимков спутника Sentinel-2, цифровой модели рельефа SRTM 4.1 [19] и их производных, имеющихся картографических данных [3–6, 9, 11, 15] была разработана серия карт. В их числе карты ключевых участков в масштабе 1 : 10 000 для отражения фациальной структуры территории и ландшафтная карта заповедника в масштабе 1 : 100 000.

При выделении форм рельефа использована классификация, применяемая в Геоморфологической карте СССР масштаба 1 : 2 500 000 [4], а также геологические, геоморфологические и топографические карты разных масштабов, данные цифровых моделей рельефа на основе SRTM 4.1 [19]. В пределах заповедника представлен один тип рельефа – низменная аккумулятивная равнина аллювиального, озерного и озерно-аллювиального генезиса. В соответствии с данными геологической карты [6] были выделены разновозрастные аккумулятивные поверхности, определившие особенно-

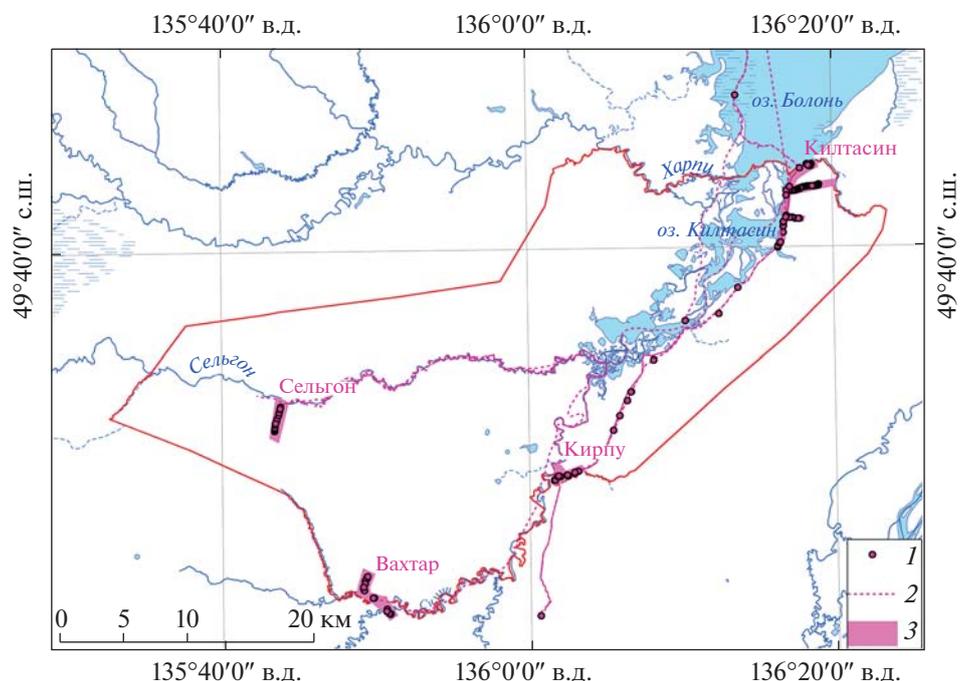


Рис. 1. Маршруты полевых исследований 2017–2019 гг. 1 – точки описаний, 2 – экспедиционные маршруты, 3 – ключевые участки.

Fig. 1. The field survey routes during 2017–2019. 1 – sites of descriptions, 2 – field routes, 3 – key sites.

сти четырех типов местности (рис. 2). Озерная равнина плиоценового возраста расположена в междуречье рр. Харпи–Сельгон–Симми, имеет абсолютные высоты 25–34 м и ограничена уступом высотой 1–3 м (тип местности I на рис. 2). Вторая надпойменная терраса позднечетвертичного возраста (абсолютные отметки 22–26 м, ширина до 2–10 км) тянется вдоль левобережной поймы р. Симми. Она характеризуется наличием плохо выраженных уступов и тыловых швов, многочисленных гряд и бугров высотой до 2 м (тип местности II). Третья надпойменная терраса позднечетвертичного возраста шириной около 15 км четко выражена на правобережье р. Симми (абсолютные высоты 20–25 м) (тип местности III). Пойма развита почти у всех протекающих в районе рек, однако наибольшая ширина (до 2–3 км) характерна для рек Симми и Харпи (тип местности IV), которые в нижнем течении имеют многорукавные русла с множеством протоков, русловых озер, стариц и островов.

На следующем этапе создания ландшафтной карты на основе анализа полевых данных, комплекса тематических и лесоустроительных карт, данных дистанционного зондирования со спутника Sentinel-2 (10 м/пикс) [18], была создана карта растительности территории. Разносезонность материалов дистанционного зондирования позволила учесть различия спектральных характеристик растительных сообществ по сезонам года (весна–лето–осень), для корректировки контуров растительных сообществ и провести их классификацию. Всего было выделено 12 типов растительных ассоциаций и их сочетаний, распространенных в аналогичных по характеру и степени увлажнения диапазонах местоположений, определивших фациальную структуру. При довольно низком биологическом и ландшафтном разнообразии заповедника, именно

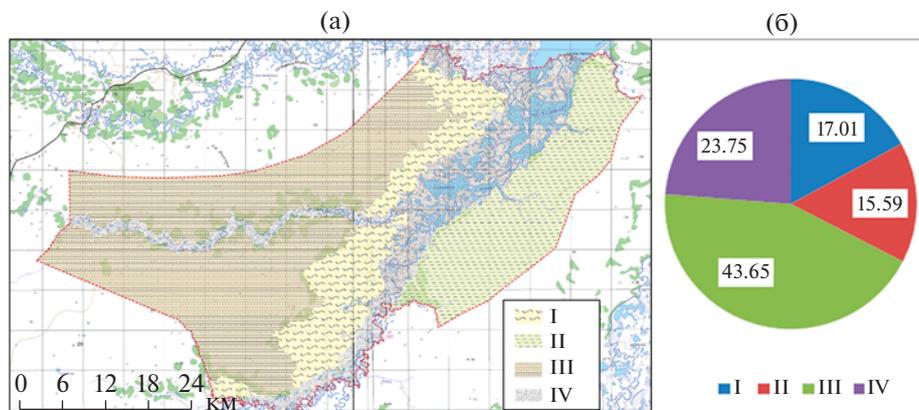


Рис. 2. Типы местности (I–IV) (а) и соотношение их площадей в пределах заповедника “Болоньский” (%) (б) (см. легенду рис. 3).

Fig. 2. Terrain types (I–IV) (a) and the ratio of their areas within the reserve “Bolonsky” (%) (б) (See legend to Fig. 3).

выявление доминирующих фаций стало определяющим в классификации видов ландшафтных урочищ.

Для оценки современного состояния растительного покрова ключевых участков водно-болотных экосистем на территории заповедника “Болоньский” решались следующие задачи: выявление видового состава сосудистых растений и мохообразных, определение их экологической приуроченности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно схемам ландшафтного районирования России территория заповедника “Болоньский” расположена в пределах Амуро-Сахалинской физико-географической страны, Среднеамурской ландшафтной области и Болоньского района (ландшафта) [7, 8].

Ландшафтная структура заповедника довольно однообразна и представлена 4 типами местности и 23 видами урочищ (рис. 3), выявленными на основе изученных сочетаний фаций ключевых участков. Основными критериями выделения видов урочищ стали степень увлажнения, сочетания форм микрорельефа и растительных ассоциаций. Виды болотных урочищ, впервые описанные для этой территории, соответствуют в иерархии таксонов классификации болотных биогеоценозов Нижнего Приамурья группам видов [13].

ЛЕГЕНДА К ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЕ ЗАПОВЕДНИКА “БОЛОНЬСКИЙ” (МАСШТАБ 1 : 100000)

I. Плоские поверхности древней поймы со старицами, озерами и древними береговыми валами (релками) на средне- и верхнечетвертичном аллювии преимущественно из глины, песка, гравия, песчаника (*QIII–IV*) с доминированием кустарниково-вейниково-осоковых лугов, низинных травяных, травяно-сфагновых и кустарничково-травяно-сфагновых болот, с речными березово-осиново-ольховыми лесами (единично – с лиственницей), с превышением над поймой 1 м, перепадами высот до 1 м.

1 – с белоберезово-осиновыми (с примесью ольхи и лиственницы) лесами в сочетании с ерниковыми зарослями, сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых, луговых дерново-глеевых, торфяных болотных поч-

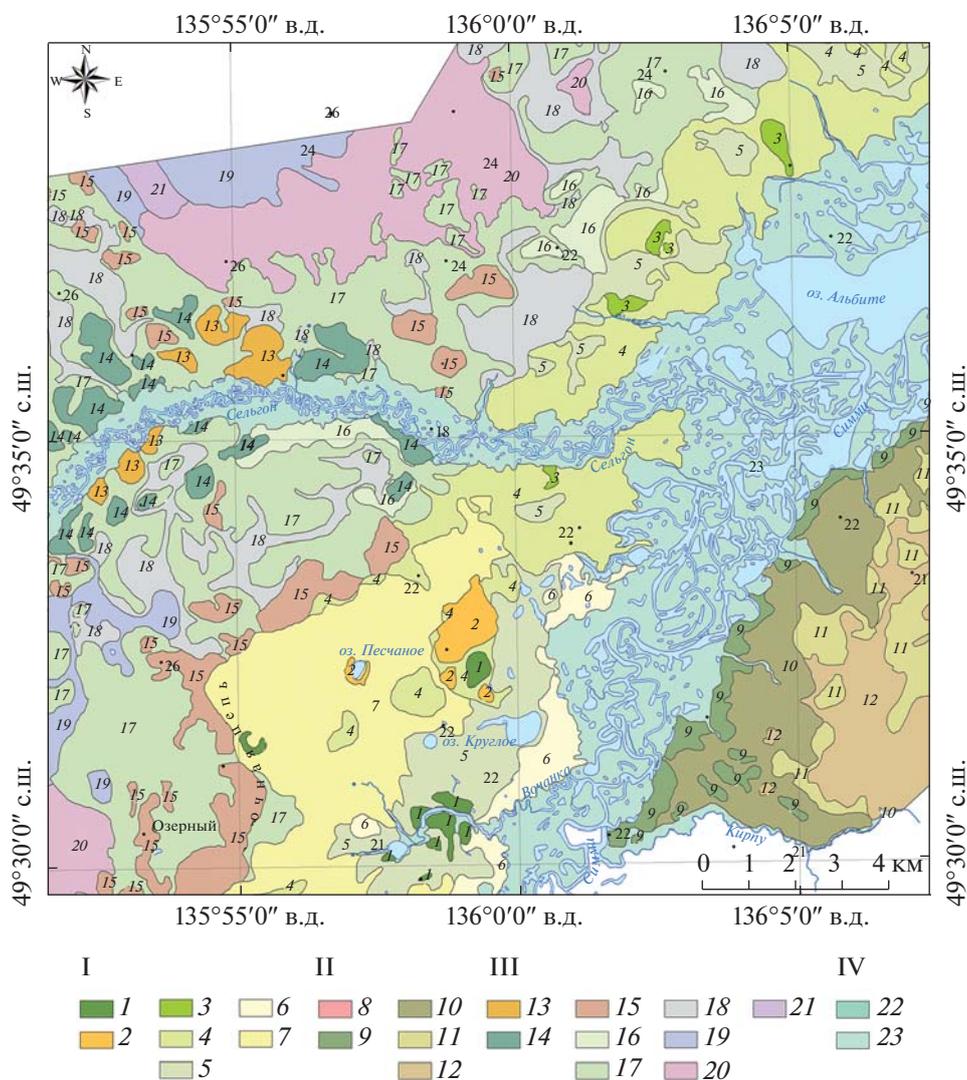


Рис. 3. Ландшафтная карта заповедника “Болонский” (фрагмент). I–IV – типы местности; 1–23 – виды урочищ (см. легенду).

Fig. 3. Landscape map of the nature reserve “Bolonsky” (fragment) (see legend). I – IV – types of terrain; 1–20 – landscape unit types.

вах; 2 – с лиственным редколесьем, березой плосколистной, ольхой на низких релках в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых, луговых дерново-глеевых, торфяных болотных почвах; 3 – с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глеевых почвах; 4 – с кустарниково-вейниково-осоковыми лугами в сочетании с низинными травяными болотами на торфянисто- и торфяно-глеевых и торфяных болотных почвах; 5 – с сырыми заболоченными лугами и низинными травяными болотами

на торфянисто- и торфяно-глеевых, торфяных болотных почвах; 6 – с закустаренными лугами и низинными травяными болотами на луговых дерново-глеевых и торфяных болотных почвах; 7 – с низинными травяными, травяно-сфагновыми и кустарничково-травяно-сфагновыми болотами на торфяных болотных почвах.

II. Плоские слабонаклонные и горизонтальные поверхности междуречья рек Сими и Амура на озерно-аллювиальных четвертичных отложениях (*QIII–IV*) с кустарниково-вейниково-осоковыми лугами в сочетании с эвтрофными травяными, травяно-моховыми и моховыми болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых и торфяных болотных почвах, широколиственно-мелколиственными и мелколиственными сообществами на буроземах оглеенных и торфянистых почвах с превышением над поймой 2–2.5 м, перепадом высот 0.3–0.5 м.

8 – с широколиственно-мелколиственными лесами разнотравно-папоротниковыми по высоким релкам (высотой до 2.5 м) на буроземах оглеенных; 9 – с белоберезово-осиновыми лесами с примесью ольхи, лиственницы (низкие релки), дуба монгольского и маакии амурской (береговые валы) в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфянисто-глеевых, луговых дерново-глеевых, торфяных болотных почвах заиленных; 10 – с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глеевых почвах; 11 – с кустарниково-вейниково-осоковыми лугами в сочетании с низинными травяными болотами на торфянисто- и торфяно-глеевых и торфяных болотных заиленных почвах; 12 – с мохово-травяными и травяными болотами на торфяных болотных заиленных почвах.

III. Плоские водораздельные поверхности с гетеротрофными грядово-мочажинными и эвтрофными травяными болотами, с лиственнично-мелколиственным редколесьем разнотравно-вейниковым на редко стоящих низких релках (высотой до 0.5 м) на неоген-четвертичных аллювиальных и озерно-аллювиальных отложениях (*NQ*).

13 – с широколиственно-мелколиственными лесами разнотравно-папоротниковыми по высоким релкам (превышения 0.5–2.5 м) на буроземах оглеенных; 14 – с белоберезово-осиновыми с примесью ольхи и лиственницы лесами в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых, дерново-глеевых и торфяных болотных почвах; 15 – с лиственничным редколесьем с березой плосколистной, ольхой на невысоких релках в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами, низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых, луговых дерново-глеевых и торфяных болотных почвах; 16 – с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глеевых почвах; 17 – с кустарниково-вейниково-осоковыми сообществами в сочетании с низинными травяными и кустарничково-травяно-сфагновыми болотами на торфяно- и торфянисто-глеевых и торфяных болотных почвах; 18 – с кустарничково-травяно-сфагновыми болотами на торфяных болотных почвах; 19 – с травяно-сфагновыми мочажинно-грядовыми болотами на торфяных болотных почвах; 20 – с травяно-сфагновыми грядово-мочажинными болотами на торфяных болотных почвах; 21 – с грядово-ложбинными болотами на торфяных болотных почвах.

IV. Поверхности многорукавной заболоченной поймы с перепадами высот до 0.5 м на верхнечетвертичных аллювиальных отложениях (песок, глина, галечник) (*QIV*).

22 – с белоберезово-осиновым с примесью ольхи и лиственницы редколесьем в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми травяными лугами, низинными болотами на торфянисто-глеевых, луговых дерново-глеевых и торфяных болотных почвах; 23 – с ивняково-травяными комплексами низкой сырой и заболоченной поймы на пойменных аллювиальных перегнойно-глеевых почвах.

В процессе полевых работ на ключевых участках были детально описаны некоторые виды урочищ, что дало возможность выявить особенности их пространственного рас-

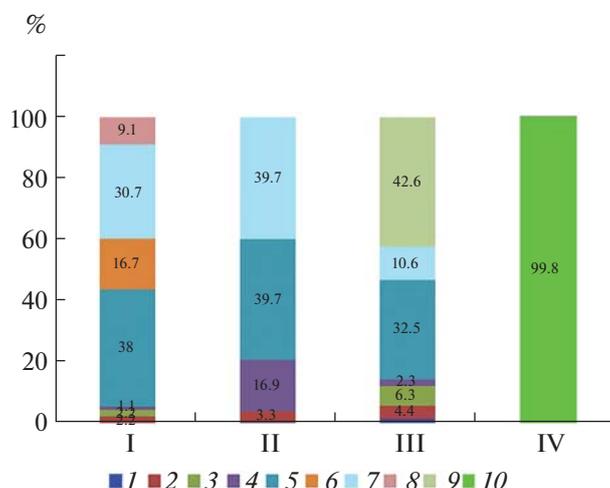


Рис. 4. Ландшафтная структура типов местности заповедника “Болонский”. I–IV– типы местности (см. легенду рис. 3); 1–10 – доминирующие растительные сообщества: *Урочищ низких релок и береговых валов:* 1 – широколиственно-мелколиственные леса; 2 – мелколиственные леса в сочетании с ерниковыми зарослями, травяными лугами и низинными болотами; 3 – мелколиственно-лиственничное редколесье в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми травяными лугами и низинными болотами; 4 – ерниковые заросли в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем. *Урочищ окраин релок и прилегающих слабонаклонных поверхностей:* 5 – кустарниково-вейниково-осоковые заболоченные луга в сочетании с травяными, травяно-моховыми и моховыми болотами. *Урочищ плоских горизонтальных поверхностей:* 6 – травяные луга и болота; 7 – мохово-травяные болота; 8 – закустаренные травяные луга и болота; 9 – кустарничково-травяно-моховые грядово-мочажинные (с разной долей участия гряд и мочажин) и грядово-ложбинные болота. *Урочищ поймы:* 10 – ивняково-травяные комплексы низкой сырой и заболоченной поймы.

Fig. 4. The landscape structure of the terrain types of nature reserve “Bolonsky”. I–IV – types of terrain (see legend of fig. 3); 1–10 – dominant vegetation communities: *Landscape units of low hills and beach ridges:* 1 – broad-leaved and small-leaved forests; 2 – small-leaved forests in combination with shrub birch thickets, grassy meadows and fens; 3 – small-leaved-larch woodlands in combination with shrub birch thickets, wet grassy meadows and fens; 4 – shrub birch thickets combined with the oppressed white birch-larch-alder woodland. *Landscape units of low hills edges and adjacent slightly sloping surfaces:* 5 – shrub-reed-sedge water-logged meadows in combination with fens, bogs, and grassy-moss mires. *Landscape units of flat horizontal surfaces:* 6 – grassy meadows and fens; 7 – moss-grassy mires; 8 – shrubby grassy meadows and fens; 9 – dwarfshrub-herb-moss ridge-and-hollow (with a different share of ridges and hollows) and ridge-and-wide waterlogged hollows mires. *Floodplain landscape units:* 10 – willow-grass complexes of low wet and waterlogged floodplains.

пределения и фациальной структуры. На рис. 4 представлена ландшафтная структура типов местности. Она отражена через распределение групп урочищ с доминирующими растительными сообществами (сочетанием типов растительных ассоциаций как основного индикатора фациальных различий без учета особенностей микрорельефа).

I. Данный тип местности охватывает припойменную часть левобережья среднего и нижнего течения р. Симми и приустьевую зону р. Харпи в северо-восточной части заповедника (17% общей площади). Он представляет собой преимущественно плоские поверхности с преобладанием слабопроточных сильно обводненных участков, включающих большое количество заросших и зарастающих стариц, небольших пойменных озер, западин на аллювиальных отложениях древней поймы.

Для этого типа местности более всего характерны урочища с комплексом кустарниково-вейниково-осоковых лугов и эвтрофных травяных болот (вейниковых, осоковых, осоково-вейниковых, в т.ч. заочкаренных) (38% площади), а также травяных лугов и болот (30.7%). В значительно меньшей степени распространены урочища с разнотравными березово-осиновыми лесами (единично — с участием лиственницы) на низких релках, представляющих собой древние береговые валы (2 и 3 на рис. 3) (3.3% площади). В древесном ярусе преобладает береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukaczew), ольха пушистая (*Alnus hirsuta* (Sprach) Rupr.) Живые экземпляры лиственницы отсутствуют после наводнения 2013 г. В настоящее время на релках доминируют постпирогенные короткопроизводные сообщества с ольхой и березой плосколистной.

II. По правобережью реки Симми на всем его протяжении в пределах заповедника хорошо выражены возвышенные участки, представляющие террасообразные аккумулятивные уступы с четко обозначенными превышениями над поймой 1–2.5 м со стороны русла р. Симми. С противоположной от русла стороны они постепенно выполаживаются. Возвышенные участки заняты лесными растительными сообществами (3.7% площади): мелколиственно-широколиственными разнотравно-вейниковыми и папоротниково-разнотравными, а также белоберезово-осиновыми с примесью ольхи редколесьями вейниковыми и разнотравно-вейниковыми с ерником в сочетании с травяными лугами и болотами. Большие площади занимают урочища слабонаклонных плоских поверхностей с ерником и колками угнетенного белоберезово-ольхового редколесья (16.9%), к водоразделу междуречья Амура и Симми сменяемые лугово-болотными сообществами, а также эвтрофными травяными и мохово-травяными болотами (около 80% от площади типа местности). Доминируют кустарниково-вейниково-осоковые, иногда с разнотравьем, сообщества с березой кустарниковой, ольхой, голубикой в сочетании с травяными, травяно-моховыми и моховыми болотами. Постоянные пожары сильно изменили этот ландшафт: в результате здесь сформированы значительные площади разнотравно-вейниковых и вейниковых лугов на месте древесной растительности и травяно-моховых болот.

Большинство представленных болотных ассоциаций относится к осоковым, что связано в том числе с частыми пожарами. Микрорельеф преимущественно кочковатый. Кочки обычно образованы доминирующими видами осок *Carex cespitosa* L. или *Carex appendiculata* (Trautv. & C.A. Mey.) Kük. с проективным покрытием 60–70%. В сложении растительного покрова высокую долю имеют кустарнички: подбел (*Andromeda polifolia* L.) (соответственно 5–30%), кассандра (*Chamaedaphne calyculata* L.) Moench (5–10%), ива черниковидная (*Salix myrtilloides* L.) (до 10–15%), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) (1–5%). Покрытие кустарникового яруса из таволги иволистной (*Spiraea salicifolia* L.) или березы кустарниковой (*Betula fruticosa* Pall.) чаще всего не превышает 3–5%. В травяном ярусе фитоценозов осоковых болот представлены сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), пушицы *Eriophorum vaginatum* L., *E. russeolum* Fr. ex Hartm. и *E. komarovii* V.N. Vassil. (= *Eriophorum angustifolium* subsp. *komarovii* (V.N. Vassil.) Vorosch.) с покрытием 1–5%, камнеломка мелкоцветковая (*Sanguisorba parviflora* (Maxim.) Takeda (= *Sanguisorba* × *tenuifolia* Fisch. ex Link)), вербейник кистецветный (*Lysimachia thyrsoflora* L.), в понижениях сабельник и ирис гладкий (*Iris laevigata* Fisch.). Проективное покрытие мохового яруса чаще всего не превышает 30–40%, хотя иногда может достигать 60–70%. Моховой покров отличается большим видовым разнообразием: обильны сфагновые мхи *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. denticulatum* Brid., *S. jensenii* H. Lindb., *S. flexuosum* Dozy & Molk., *S. imbricatum* Hornsch. ex Russow, *Sphagnum inundatum* Russ., *S. palustre* L., *S. subsecundum* Nees, *S. squarrosom* Crome, и также встречаются зеленые мхи с проективным покрытием 5–10%: *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. и *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske. Воздействие пожаров на эти болота проявляется в значительном сокращении проективного покрытия моховых дерновин и активном разрастании ку-

старников и кустарничков, и как следствие, – их превращении в ерниково-осоковые болота.

III. Урочища данного типа местности расположены на плоской и слабоволнистой аккумулятивной равнине левобережной части реки Симми и охватывают бассейн р. Сельгон (до водораздела с р. Харпи, т.е. до северной границы заповедника) (около 44% площади заповедника). Особенностью территории является положение в самой удаленной от озера Болонь части заповедника (абсолютные высоты до 30 м) на озерно-аллювиальных породах неоген-четвертичного возраста. Наиболее древние болотные комплексы распространены на плоском водоразделе рек Сельгон и Симми в среднем течении и относятся к гетеротрофным грядово-мочажинным и грядово-ложбинным болотам (42,6% площади типа местности). Здесь также широко представлены урочища с комплексом фаций эвтрофных болот и заболоченных лугов (32% площади). Лиственнично-мелколиственные леса занимают возвышения, представляющие собой древние береговые валы, с превышениями до 0,5 м (около 6,3%). Они незначительно удалены от поймы и размещены на четко фиксирующейся по космоснимкам границе между местностями III и I (см. рис. 3).

В качестве примера приводится характеристика впервые описанных для этой территории грядово-ложбинных болотных комплексов. Значительную часть поверхности (до 60–70%) занимают обводненные ложбины от 10 до 300 м шириной и протяженностью в несколько километров. Они разделены между собой узкими грядами высотой от 15 до 30 см. В ложбинах или по их окраинам доминируют осоки *Carex limosa* L., *C. meyeriana* Kunth или пушица *Eriophorum vaginatum*. Другие травянистые растения встречаются реже: ирис гладкий, хвощ топяной (*Equisetum limosum* L.), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), калужница болотная (*Caltha palustris* L.). На грядах представлены олигомезотрофные кустарничково-сфагновые сообщества. Древесный ярус на грядах в настоящее время отсутствует, сохранились редкие погибшие остовы стволов лиственницы (*Larix cajanderi* Mayr.). Кустарниковый ярус сформирован березой кустарниковой с проективным покрытием 1–5%. Кустарничково-травяной ярус с проективным покрытием 20–40% образуют касандра, ива черниковидная, багульник болотный (*Ledum palustre* L.), голубика, подбел, вейник прямой (*Calamagrostis stricta* (Timm) Koeler. (= *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) P.Gaertn., B.Mey. & Schreb.)). Из травянистых растений на грядах отмечены пушица влагилищная, ирис гладкий, хвощ, вахта. В моховом покрове доминирует *Sphagnum divinum* Flatberg & Hassel. (покрытие 60–70%) в смешанных подушках вместе с *Polytrichum strictum* Menzies ex Brid., являющимся индикатором постпирогенных сукцессий. Также присутствуют *Sphagnum centrale* С.Е.О. Jensen, *S. balticum* (Russow) С.Е.О. Jensen, *S. angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen.

IV. Урочища многорукавной заболоченной поймы занимают 23,8% от общей площади заповедника. Доминируют ивняково-травяные комплексы, травяные луга низкой сырой и заболоченной поймы преимущественно на торфянисто- и дерново-глеевых почвах. На прирусловых валах отмечены мелколиственно-широколиственные кустарничково-разнотравно-вейниковые ассоциации на пойменных аллювиальных перегнойно-глеевых почвах.

Фактором, во многом определяющим современное состояние и динамику природных комплексов заповедника, является пирогенный. Так, осенью 2016 г. и весной 2019 г. пожаром было пройдено более 80% территории заповедника. Для более детальной оценки масштаба влияния пожаров были проанализированы данные дистанционного зондирования с 1996 по 2019 г. (данные спутников Landsat-5, 7, 8, Aster, Sentinel-2 [18]). Анализ полученных результатов показал высокую периодичность пожаров. За исследованные 23 года 30% территории подвергалась выгоранию 5–9 раз, 35% – 1–3 раза. Только 5,9% площади не было затронуто пожарами. Сроки прохождения (как правило, до начала или после окончания вегетационного периода) и специфика пирогенных воздействий (травяные палы) несколько снижают глубину воздействия на ландшафты. Более

значительное воздействие на экосистемы заповедника оказывают наводнения, приводящие к перестройке гидросети Амура и его притоков в пределах Среднеамурской низменности, внутриландшафтной структуры, особенно на пойме и припойменных участках. В 2013 г. и 2019 гг. зафиксированы самые мощные наводнения за весь период наблюдений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые для территории заповедника создана ландшафтная карта масштаба 1 : 100000, начата работа по выделению ключевых участков для дальнейшего мониторинга. В ходе полевых работ в 2017–2019 гг. на основе применения имеющихся литературных и картографических (прежде всего, геоинформационных) данных, материалов полевых работ, созданы карты типов рельефа, классов растительности и ландшафтов территории заповедника “Болоньский” в масштабе 1 : 100000. На карте представлен 1 тип ландшафта, 4 типа местности, 23 типа урочищ. Впервые для заповедника изучался фациальный состав болотных биогеоценозов: применение БПЛА позволило выявить специфику мозаичности фациальной структуры геосистем, уточнить границы экотонных лесных, луговых и болотных сообществ. Выявлено доминирование эвтрофных травяных болот, что связано с положением заповедника в наиболее низкой, приозерной части Среднеамурской низменности, а также увеличение доли травяных заболоченных лугов (за счет сокращения травяно-моховых болот и речных лесов), связанное с частыми пожарами. Впервые описаны олиго-мезотрофные кустарничково-сфагновые грядово-мочажинные болота, представляющие собой самые древние болотные комплексы заповедника; составлен список листостебельных мхов водно-болотных экосистем, насчитывающий 35 видов.

Заложенные ключевые участки позволят в дальнейшем отслеживать характер изменений ландшафтной структуры, связанных с последствиями катастрофических наводнений, включая наводнение 2019 г., с “нулевой” точки отсчета, а также постпирогенные сукцессии растительного покрова.

БЛАГОДАРНОСТИ

Коллектив авторов выражает благодарность дирекции ФГБУ “Заповедное Приамурье” и коллективу заповедника “Болоньский” за оказанную финансовую поддержку и содействие в полевых исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов В.М. Типология болот северо-восточной части Среднеамурской низменности // Биотические компоненты экосистем южной части Дальнего Востока. Хабаровск, 1973. С. 67–72.
2. Антонова Л.А. Растительный покров ГПЗ “Болоньский” как объект мониторинга и биоразнообразия // Научные исследования природных комплексов Среднеамурской низменности. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. С. 44–53.
3. Анучин М.С., Балмусова И.С., Белецкая С.В. и др. Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1 : 2500000. М., 1987.
4. Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 2500000. 1985.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 Лист М-53. Хабаровск. Комплект цифровых материалов по листу М-53 Госгеолкарты-1000/3 РФ. МПР России, ФГУП “ВСЕГЕИ”, ФГУП “Дальгеофизика”, 2006.
6. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200000. Серия Хингано-Буреинская и Сихотэ-Алинская. Лист М-53-XXII/Ред. В.В. Соловьев. М., 1989.
7. Исаченко А.Г. Ландшафтная структура субъектов РФ (в связи с научными основами решения региональных проблем) // Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 1. С. 3–13.
8. Климина Е.М. Ландшафтно-картографическое обеспечение территориального планирования (на примере Хабаровского края). Владивосток: Дальнаука, 2007. 132 с.
9. Ландшафты СССР (карта). Масштаб 1 : 4000000. М., 1985.

10. *Махинов А.Н.* Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.
11. Почвенная карта СССР. Масштаб 1 : 2 500 000. М., 1988.
12. *Прозоров Ю.С.* Динамика и особенности заболачивания низменности в бассейне оз. Болонь // Особенности болотообразования в некоторых лесных и предгорных районах Сибири и Дальнего Востока. 1965. С. 47–74.
13. *Прозоров Ю.С.* Закономерности развития, классификация и использование болотных биогеоценозов. Л.: Наука, 1985. 209 с.
14. *Росликова В.И., Сохина Э.Н.* Особенности почвообразования на Среднеамурской низменности // Рациональное использование почв Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 40–51.
15. *Чемиков Ю.Ф.* Геоморфологическая карта Приамурья и смежных территорий. Масштаб 1 : 1 500 000. М., 1960.
16. *Хорошев А.В., Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н.* и др. Теория и методология ландшафтного планирования / Отв. ред. К.Н. Дьяконов, А.В. Хорошев. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 444 с.
17. *Чибилев А.А., Павлейчик В.М.* Ключевые ландшафтные территории (географические аспекты сохранения природного разнообразия) / Вестник Оренбургского гос. университета. Спец. выпуск (67). Оренбург: ОрГУ, 2007. С. 4–8.
18. EarthExplorer – Home <https://earthexplorer.usgs.gov>
19. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Void Filled Earth Explorer Home <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Landscape Structure of State Nature Reserve Bolonsky (Khabarovsk Territory)

E. M. Klimina^{1, *}, V. A. Kuptsova^{1, **}, and A. V. Ostroukhov^{1, *}**

¹*Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia*

**e-mail: kliminaem@bk.ru*

***e-mail: victoria@ivep.as.khb.ru*

****e-mail: ostran2004@bk.ru*

Based on many years of research, the authors consider the features of mapping landscape of the Bolonsky nature reserve (Khabarovsk Territory, Russia), which has international statuses: “Lake Bolon and the mouths of the Selgon and Simmi Rivers” as Wetlands of International Importance and “Lake Bolon” as the Important Bird Area. The specific character of the landscape structure of the reserve (4 types of terrain and 23 landscape unit types) is studied, and plant associations of the mire and meadow-mire communities are studied for the first time. The list of leafy mosses of wetland ecosystems including 35 species was compiled. Due to the frequent recurrence of fires and floods, the need of long-term monitoring was justified and studies on key sites (in the scale 1 : 5000) has been started. The influence of pyrogenic factor on the landscape structure of the territory is studied based on the analysis of remote sensing data for 1996–2019 years.

Keywords: nature reserve “Bolonsky”, landscape structure, types of terrain and types of landscape units, wetland geosystems

REFERENCES

1. Anisimov V.M. Tipologiya bolot severo-vostochnoj chasti Sredneamurskoj nizmennosti // *Biотические компоненты`е`косистем южной части Дал`него Востока.* Хабаровск, 1973. С. 67–72.
2. Antonova L.A. Rastitel`ny`j pokrov GPZ “Bolonskij” kak ob`ekt monitoringa i bioraznoobraziya // *Nauchny`e issledovaniya prirodny`x kompleksov Sredneamurskoj nizmennosti.* – Хабаровск: ИВЭР ДВО РАН, 2006. С. 44–53.
3. Anuchin M.S., Balmusova I.S., Belezkaya S.V. i dr. Landshaftnaya karta SSSR. Mas-shtab 1 : 2 500 000. М., 1987.
4. Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000. 1985.
5. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Mashtab 1 : 1 000 000 List M-53. Xabarovsk. Komplekt cifrov`x materialov po listu M-53 Gosgeolkar-ty`-1000/3 RF. MPR Rossii, FGUP “VSEGEI”, FGUP “Dal`geofizika”, 2006.

6. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200000. Seriya Xingano-Bureinskaya i Sixote'-Alinskaya. List M-53-XXII / Red. V.V. Solov'ev. M., 1989.
7. Isachenko A.G. Landshaftnaya struktura sub`ektov RF (v svyazi s nauchny`mi osnovami resheniya regional'ny`x problem) // Izv. RGO. 2011. T. 143, vy`p. 1. S. 3–13.
8. Klimina E.M. Landshaftno-kartograficheskoe obespechenie territorial'nogo pla-nirovaniya (na primere Xabarovskogo kraja). Vladivostok: Dal'nauka, 2007. 132 s.
9. Landshafty` SSSR (karta). Masshtab 1 : 4000000. M., 1985.
10. Maxinov A.N. Sovremennoe rel'efoobrazovanie v usloviyax allyuvial'noj akku-mulyacii. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. 232 s.
11. Pochvennaya karta SSSR. Masshtab 1 : 2500000. M., 1988.
12. Prozorov Yu.S. Dinamika i osobennosti zabolachivaniya nizmennosti v bassejne oz. Bolon` // Osobennosti bolotoobrazovaniya v nekotory`x lesny`x i predgornny`x rajonax Sibiri i Dal'nego Vostoka. 1965. S. 47–74.
13. Prozorov Yu. S. Zakonomernosti razvitiya, klassifikaciya i ispol'zovanie bolot-ny`x biogeocenzov. L.: Nauka, 1985. 209 s.
14. Roslikova V.I., Soxina E'. N. Osobennosti pochvoobrazovaniya na Sredneamurskoj nizmennosti // Racional'noe ispol'zovanie pochv Priamur'ya. Vladivostok: DVNCz AN SSSR, 1983. S. 40–51.
15. Chemekov Yu.F. Geomorfologicheskaya karta Priamur'ya i smezhny`x territorij. Masshtab 1 : 1500000. M., 1960.
16. Xoroshev A.V., Avessalomova I.A., D'yakonov K.N., Ivanov A.N. i dr. Teoriya i me-todologiya landshaftnogo planirovaniya / Otv. red. K.N. D'yakonov, A.V. Xoroshev. M.: Tovarishestvo nauchny`x izdanij KMK, 2019. 444 s.
17. Chibilev A.A., Pavlejchik V.M. Klyuchevy`e landshaftny`e territorii (geografiche-skie aspekty` soxraneniya prirodnoego raznoobraziya) / Vestnik Orenburgskogo gos. universiteta. Specz. vy`pusk (67). Orenburg: OrGU, 2007. S. 4–8.
18. EarthExplorer – Home <https://earthexplorer.usgs.gov>
19. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Void Filled Earth Explorer Home <https://earthexplorer.usgs.gov>.

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БОЛОТ
СЕВЕРО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
(НА ПРИМЕРЕ КРЯЖА ВЕТРЕННЫЙ ПОЯС)**

© 2020 г. В. А. Смагин^{a, *}, В. К. Антипин^{b, c, **}, М. А. Бойчук^{c, ***}

^aБотанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

^bИнститут биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

^cНациональный парк “Водлозерский”, Республика Карелия, Россия

*E-mail: smagin.mire@gmail.com

**E-mail: antipin@krc.karelia.ru

***E-mail: boychuk@krc.karelia.ru

Поступила в редакцию 13.12.2019 г.

После доработки 20.01.2020 г.

Принята к публикации 24.01.2020 г.

Излагаются результаты проведенного в 2017 и 2019 г. изучения болот северо-западной части Архангельской области, расположенных на северном и южном склонах кряжа Ветреный Пояс и на Прибеломорской низменности. Приведена характеристика болот на выделенных формах рельефа модельной территории. Выявлены изменения в пространственной структуре растительного покрова болот. Установлено, что кряж Ветреный Пояс — южная граница распространения болотных массивов дистрофного южноприбеломорского типа. Он же служит и северной границей аапа болот, широко встречающихся начиная с южных склонов кряжа, причем они имеют переходные черты от карельских к северо-восточно-европейским типам. Болота долин центральной части кряжа отличает региональная специфика и при крупномасштабном болотном районировании центральный кряж должен рассматриваться в ранге отдельного болотного района. Кряж Ветреный Пояс — один из самых ярких примеров воздействия орографического фактора на болота, их типологический состав и географическое распределение.

Ключевые слова: болотный массив, растительный покров, кряж Ветреный Пояс, широтный градиент, гипсометрический уровень, Архангельская обл.

DOI: 10.31857/S0869607120010061

ВВЕДЕНИЕ

Болота северо-запада Архангельской области изучены неравномерно. Ряд районов, как, например, кряж Ветреный Пояс, в этом отношении остается почти не исследованным. Наша цель — закрыть этот пробел, по крайней мере в отношении растительности и типологического разнообразия болот кряжа.

Болота — важнейшие элементы природных ландшафтов кряжа, заболоченность его территории 10–20%. Болота начали формироваться здесь в конце бореального периода голоцена — 8–8.3 тыс. лет назад [8]. Информация о болотах кряжа есть в двух публикациях [1, 8], причем сведения, содержащиеся в первой из них, сжаты и, как выясняется, не вполне достоверны. Более изучены примыкающие к кряжу с севера болота западной части Прибеломорской низменности [7] и болота южных склонов кряжа [2–4, 15].

Целью нашего исследования, проводившегося в 2017 и 2019 гг., было изучение болот и болотной растительности кряжа, выявление воздействия кряжа на географическое распространение типов болот, растительных сообществ и видов растений.

Ветренный пояс – возвышенность с абсолютными высотами 200–347 м и шириной 8–50 км [13], вытянутая с северо-запада на юго-восток на 250 км параллельно Прибеломорской низменности в пределах Республики Карелия и Архангельской области. “Хребет” или центральная часть кряжа представляет собой цепочку гряд. Самые высокие из них – это г. Карбасникова (347 м), Оловгора (344 м), Шуйгора (337 м), Большая Левгора (336 м), Енгишгора (331 м) и Шапочка (320 м).

Северные склоны кряжа крутые и местами обрывистые, резко переходящие в сильно заболоченную Прибеломорскую низменность. Склоны прорезаны руслами коротких бурных рек Малошуйка, Нючча, Кожа, относящихся к бассейну Белого моря.

Южные склоны пологие, плавно переходящие в равнинные заболоченные ландшафты бассейнов рек Выг, Онега и Илекса. Относительные превышения кряжа над равнинами – 60–80 м в южной части и 100–120 м в северной [5]. В геологическом отношении кряж представляет собой реликт палеопротерозойского рифта, заполненного лавовым материалом в сочетании с вулканогенно-осадочными породами [12, 14]. В протерозойское время здесь происходили тектонические подвижки, сопровождаемые сбросовыми движениями и разломами кристаллического фундамента. Следы наиболее молодых тектонических движений имеются на северо-восточном склоне гряды в виде незначительного (от 2 до 10 м) вертикального перемещения отдельных блоков [9]. По ботанико-географическому делению кряж входит в полосу северотаежных ельников, среди которых преобладают редкостойные воронично-черничные и лишайниково-моховые каменистые типы леса [6, 16].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Модельный участок для исследований был выбран на основе анализа современных космических снимков (Bing, \ Landsat 7, Spot 5) и дешифрирования болотной растительности [17]. Он охватывает пространство от побережья Белого моря на севере до северной части национального парка “Водлозерский” (широта оз. Пелозеро) на юге (рис. 1).

Западная граница модельного участка проходит вблизи горы Шапочка, восточная – близ горы Оловгора. На основании данных топографических карт составлен гипсометрический профиль протяженностью 84 км с абсолютными высотами от 0 м (Белое море) до 327 м (г. Шуйгора) (рис. 2).

Профиль пересекает террасированную Прибеломорскую низменность (от 0 до 100 м), северные подножье и склоны кряжа (100–200 м), центральную часть кряжа (от 200 до 337 м – г. Шуйгора) и южные склоны кряжа (ниже 200 до 187 м – оз. Пелозеро).

Полевые исследования проводились на модельных болотах выделенных орографических форм кряжа и сопредельной с ним Прибеломорской низменности. Использовались общепринятые в болотоведении геоботанические методы. Описания растительности делались на площадках 10 × 10 м на открытых болотных участках и 20 × 20 м – на лесных. Учитывались формы микрорельефа (гряды, кочки, мочажины, сфагновые ковры и др.) и их растительный покров. В растительных сообществах весь видовой состав сосудистых растений, мхов и лишайников, их проективное покрытие оценивалось в процентах. Выполнено более 100 геоботанических описаний, собран гербарий видов растений и лишайников.

Названия видов сосудистых растений приводятся по [10], мхов – по [19].

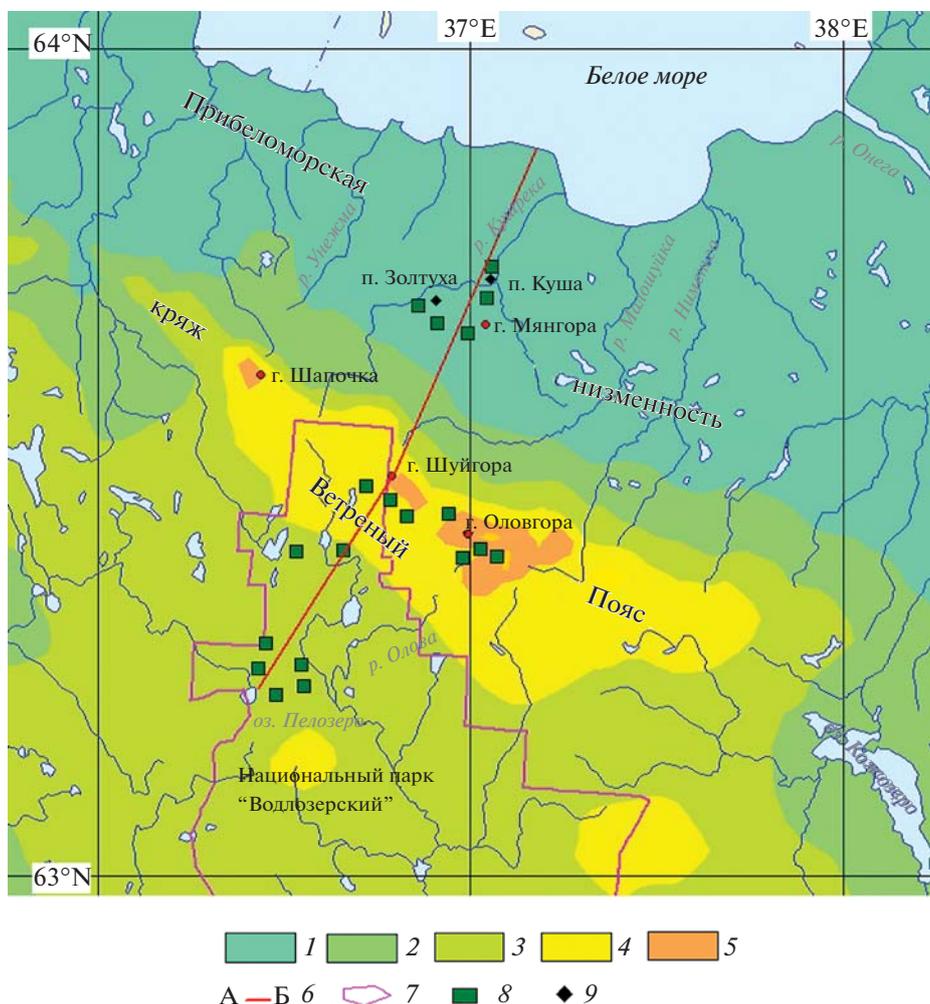


Рис. 1. Район исследований болот кряжа Ветреный Пояс. Условные обозначения: 1–5 – абсолютные высоты: 1 – от 0 до 100 м; 2 – 100–150 м; 3 – 150–200 м; 4 – 200–250 м; 5 – 250–300 м; 6 – линия профиля (см. рис. 2); 7 – границы национального парка "Водлозерский"; 8 – районы полевых исследований; 9 – населенные пункты.

Fig. 1. Vetryeny Poyas Range mire study area. Symbols: 1–5 – altitude: 1 – 0 – 100 m; 2 – 100–150 m; 3 – 150–200 m; 4 – 200–250 m; 5 – 250–300 m. 6 – profile line (see fig. 2); 7 – Vodlozersky National Park boundaries; 8 – field studies areas; 9 – settlements.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болотные массивы восточной части Прибеломорской низменности

Изучение южноприбеломорских болот проводилось нами к северу от станции и пос. Куша в 2019 г. (см. рис. 1). Все находящиеся здесь массивы слились в огромную болотную систему, занимающую все междуречье рек Куша и Унежа. Территория междуречья представляет собой равнину протяженностью с севера на юг на 8–10 км, приподнятую на 1–60 м над уровнем Белого моря.

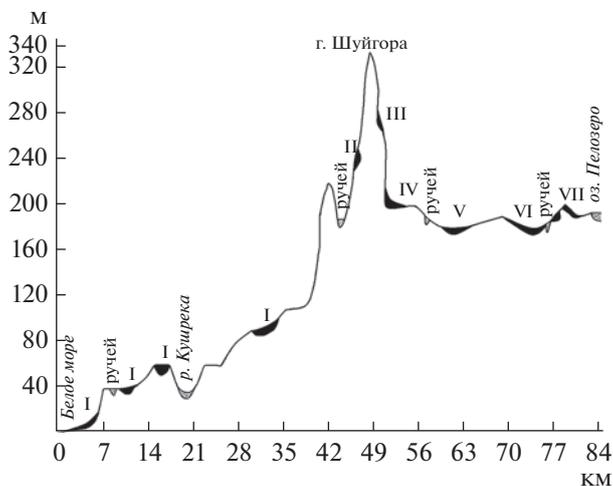


Рис. 2. Гипсометрический профиль модельной территории. Условные обозначения. I–VII – болотные массивы и их системы: I – дистрофные грядово-мочажинные и грядово-озерковые южноприбеломорские; II – мезотрофные сосново-травяно-сфагновые; III – мезотрофные травяно-сфагновые; IV – мезоолиготрофные осоково-пушицево-сфагновые; V – олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные и олиготрофные пушицево-сфагновые; VI–VII – олиготрофные сфагновые грядово-мочажинно-озерковые и мезоолиготрофные грядово-мочажинные аапа.

Fig. 2. Hypsometric profile of the model territory. Symbols. I–VII – mire complexes and their systems: I – dystrophic ridge-hollow and ridge-pond of SouthWhite Sea area; II – mesotrophic pine-grass-Sphagnum; III – mesotrophic grass-Sphagnum; IV – mesooligotrophic sedge-cotton grass-Sphagnum; V – oligotrophic Sphagnum ridge-hollow and oligotrophic cotton grass-Sphagnum; VI–VII – oligotrophic Sphagnum ridge-hollow-pond and mesooligotrophic ridge-hollow aapa.

Сформированные здесь болота представляют собой эталоны болотных массивов южноприбеломорских дистрофных болот [7, 18]. Почти вся их площадь занята грядово-мочажинными и грядово-озерковыми участками с вересково-водяниково-морозово-лишайниково-сфагновыми грядами, где покрытие лишайников иногда превышает покрытие *Sphagnum fuscum* (рис. 3).

Как примесь к сфагнуму бурому часто отмечен *S. capillifolium*. Кустарничек касандра (*Chamaedaphne calyculata*) встречается очень редко и единичными экземплярами. Сфагновые мочажины, в большинстве, заняты шейхцериево- и пушицево-сфагновыми сообществами, реже в травяном ярусе доминируют осока топяная (*Carex limosa*) и очеретник белый (*Rhynchospora alba*). Наиболее часто в моховом ярусе преобладают *Sphagnum majus* и *S. lindbergii*, чуть реже *S. balticum*. Изредка и, как правило, с небольшим покрытием, встречаются *Sphagnum cuspidatum*, *S. tenellum*, *S. rubellum*. На окаймляющих гряды узких коврах моховой ярус состоит из *Sphagnum papillosum*, на коврах местами в травяном ярусе доминирует пухонос дернистый (*Trichophorum cespitosum*), постоянно встречающийся и на грядах. В мочажинах с деградированным сфагновым покровом в травяном ярусе обычны пухонос дернистый и очеретник. Высокий и крутой склон болота, находящегося к северу от пос. Куша и обращенный к долине р. Кушрека, покрыт сосново-кустарничково-зеленомошными сообществами. Древостой из сосны высотой 8–15 м имеет сомкнутость крон 0.3, в кустарничковом ярусе (покрытие 70%) доминируют багульник и голубика, моховой ярус образует *Pleurozium schreberi*.



Рис. 3. Фрагмент пространственной структуры растительного покрова южноприбеломорского дистрофного болотного массива. В центре – озерко, сформировавшееся на месте деградировавшей сфагновой мочажины.

Fig. 3. Fragment of the spatial plant cover structure of the South White Sea area dystrophic mire complex. A pond on the place of degraded Sphagnum hollow.

Болота северных подножий и склонов кряжа

Южноприбеломорские дистрофные болота располагаются и на поднимающихся к югу террасированных равнинах северного подножья кряжа, доходя вплоть до северных склонов центрального “хребта” Ветреного Пояса, образуя на ряде террас обширные системы. Нами они исследованы вблизи пос. Золотуха и вокруг возвышенности Мянгора (111 м). Крупные массивы, слившиеся в системы, относятся к одному типу с болотами Прибеломорской низменности. Тем не менее, есть между ними и отличия. Во-первых, уменьшается доля лишайников в моховом ярусе на грядах. Их суммарное покрытие не превышает 20–30%, а часто меньше 5%. На грядах, помимо *Sphagnum capillifolium*, к доминирующему в моховом ярусе *S. fuscum* добавляются *S. angustifolium* и *S. rubellum*. На грядах по-прежнему отсутствует или очень редко встречается касандра, однако, в занимающих дренированные склоны сосново-кустарничково-сфагновых сообществах этот вид на равных с голубикой содоминирует с багульником. В травяном ярусе мочажин заметно чаще доминирует очеретник белый, а в моховом ярусе, наряду со *Sphagnum majus* и *S. lindbergii*, эту роль выполняет *S. cuspidatum*. Скажутся и положение болот на террасированных равнинах. Болотные системы тоже становятся террасированными и наряду с дистрофными включают олиготрофные и мезоолиготрофные массивы, располагающиеся на более низких террасах. Пространственная структура дистрофных массивов южноприбеломорского типа остается неизменной. За коротким и крутым склоном с сосново-багульниково-зеленомошно-сфаг-

новыми сообществами следует уплощенный склон с сосново-вересково-морошково-лишайниково-сфагновыми сообществами с низким и разреженным древостоем с заметным кочковато-западинным микрорельефом, где в межкочьях много пухоноса дернистого. Основная часть – ровное платообразное пространство, занятое грядово-мочажинными и грядово-мочажинно-озерковыми участками с крупными и глубокими озерами, и, часто, не менее крупными черными мочажинами с деградированным сфагновым покровом. Для массивов, занимающих в системе нижние террасы, часто характерна вогнутость по центральной оси. Продольный край болота также представляет короткий и резкий подъем с сообществами болотных сосняков. На некоторых массивах на верхней пологой части краевого (бокового) склона вместо низкорослого вересково-сфагнового сосняка располагаются пушицево-морошково-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*) сообщества с обильной голубикой. Далее следуют грядово-мочажинные участки, за которыми и располагается понижение с проточной топью, занятой либо коврово-мочажинными, либо грядово-коврово-мочажинными участками. Впрочем, гряды фрагментированы, имеют вид островков, занимающих 15 и менее процентов площади. Гряды – вересково-морошково-сфагновые (*Sphagnum fuscum*), сфагновые ковры покрыты пушицево-сфагновыми сообществами (*Sphagnum papillosum*), мочажины – шейхцериево-сфагновыми сообществами (*Sphagnum majus*, *S. lindbergii*). Эти массивы имеют наклонную поверхность, соответствующую уклону занимаемой ими террасы. В приподнятой части располагаются грядово-мочажинные участки с относительно дренированными нетопкими мочажинами, занятыми пушицево-сфагновыми сообществами *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum papillosum* (*S. balticum*). Гряды вересково-морошково-сфагновые (*Sphagnum fuscum*) с лишайниками, имеющими общее покрытие менее 5%. В нижней подсклоновой части болотного массива располагаются вышеописанные ковровые и коврово-мочажинные участки. Часто в этой части по центральной оси массива протекает ручей с открытым или погребенным руслом, индицируемым либо шейхцериево-, либо очеретниково-сфагновым (*Sphagnum cuspidatum* и *S. lindbergii*) сообществом. Проточная топь по центральной оси массива часто имеет выраженное русло ручья. Пушицево-морошково-сфагновые сообщества на умеренно дренированных слабонаклонных участках сблизают болота террасированных равнин северного подножья кряжа с долинными массивами возвышенной части кряжа, находящимися у подножья гряд его центрального “хребта”.

В долинах и котловинах между грядами центрального “хребта” кряжа преобладают вогнутые ложбинные олиготрофные болота, на большей части площади пушицево-сфагновые (рис. 4).

Форма болотных массивов обусловлена рельефом долин. Они вытянуты в меридиональном направлении на расстояние до нескольких километров. В классическом варианте их поверхность имеет в поперечнике форму желоба, вогнутого к центру и плавно поднимающегося к краям. Однако далее, по направлению к краям, наблюдаются вариации, зависящие от крутизны окружающих долину склонов. Модельные участки для изучения болот осевой части кряжа были выбраны вблизи вершин Шуйгора и Оловгора.

Наибольшую площадь (не менее 30–40%) массивов занимают участки с пушицево-сфагновыми сообществами, располагающимися в центральной части массивов, причем здесь одинаково часто встречаются сообщества ассоциаций *Eriophoro vaginati*-*Sphagnetum baltici* и *Eriophoro vaginati*-*Sphagnetum angustifoli* (см. рис. 4). Вторая ассоциация включает упоминавшиеся пушицево-морошково-сфагновые сообщества с обильной голубикой, ранее нами не описанные и заслуживающие отнесения в отдельный синтаксон ранга субассоциации или ассоциации. Сообщества *Eriophoro vaginati*-*Sphagnetum baltici* покрывают большую часть центральной пониженной части “желоба”, чередуясь с сообществами *Scheuchzerietum palustris*, *Caricetum limosae*, *Trichophoro cespitosi*-*Sphagnetum baltici*. Причем наряду со *Sphagnum balticum*, и чаще его, в мо-



Рис. 4. Фрагмент пространственной структуры растительного покрова олиготрофного пушицево-сфагнового болотного массива, расположенного вблизи г. Шуйгора.

Fig. 4. Fragment of the spatial plant cover structure of the oligotrophic cotton grass Sphagnum mire complex located near Mount Shuigora.

ховом ярусе доминируют *S. lindbergii* и *S. majus*. Сообщества с пухоносом обычны по краю ручьев. Пушицево-морошково-сфагновые сообщества располагаются выше на слабо покатых частях “желоба”. Они же занимают всю площадь массивов, находящихся на покатых террасах со слабонаклонной поверхностью. О небольшой мощности торфяной залежи на таких массивах свидетельствуют валуны, выступающие на поверхность в их центре. Верхнюю часть склонов “желобов”, в зависимости от наклона, высоты прилегающей возвышенности и минерального богатства стекающих с нее вод, покрывают разные сообщества. Часто это те же пушицево-морошково-сфагновые ассоциации с вкраплениями кочек диаметром несколько метров с кустарничково-сфагновыми (*Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*) сообществами. Обращает на себя внимание очень скромная роль *Sphagnum divinum* (бывший *S. magellanicum*), доминирующего на таких местообитаниях в южной половине таежной зоны, и “замена”, в сравнении с болотами к югу от кряжа, кассандры на голубику. На склонах, получающих более богатое питание, располагаются сообщества мезоолиготрофной и мезотрофной растительности: ассоциаций *Sphagno fallacis*-*Caricetum rostratae*, *Sphagno fallacis*-*Caricetum lasiocarphae*, *Molinio caerulei* – *Sphagnetum papillosum*. В составе сообществ последней ассоциации молинии содоминируют осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa*) и пухонос дернистый. Эта ассоциация, главным образом, свойственна грядам аапа болот карельского типа (рис. 5). И болотные участки этого типа встречаются на тех же склонах. На грядах произрастают характерные для аапа болот седмичник (*Trientalis europaea*), можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica*), моча-



Рис. 5. Фрагмент пространственной структуры растительного покрова грядово-мочажинно-озеркового травяного и травяно-сфагнового болотного массива карельского аапа типа. На переднем плане – сфагновая гряда с молинией голубой (*Molinia caerulea*) и осокой волосистоплодной (*Carex lasiocarpa*). В озерке – вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*).

Fig. 5. Fragment of the spatial plant cover structure of a ridge-hollow-pond-grass mire complex and a grass-Sphagnum mire complex of Karelian aapa type. A Sphagnum ridge with *Molinia caerulea* and *Carex lasiocarpa* is in the foreground; *Menyanthes trifoliata* is in the pond.

жины занимают сообщества ассоциации *Menyantho-Caricetum limosae* с обильными хвощом речным (*Equisetum fluviatile*) и пузырчаткой промежуточной (*Utricularia intermedia*). Склоны болот у подножья высоких гряд, например, рядом с возвышенностью Шуйгора, имеющие заметный наклон, занимают можжевельново-молиниевое-пушицево-сфагновые сообщества (*Sphagnum angustifolium*), где обильно произрастают пушица влагалищная, молиния (*Molinia caerulea*), пухонос дернистый, морошка (*Rubus chamaemorus*), голубика, вереск (*Calluna vulgaris*), береза карликовая (*Betula nana*).

Древесный ярус из сосны высотой 8–15 м сомкнутых крон не образует, при этом выражен ярус подлеска из можжевельника сибирского, создающего своеобразный аспект этим сообществам, простирающимся по склону на сотни метров. Болота понижений центрального “хребта” кряжа находятся на разных гипсометрических уровнях, часто занимая террасированную поверхность. Массивы, находящиеся на разных террасах, сливаясь, образуют каскадные болотные системы, чаще простые, но иногда и сложные, включающие массивы разного типа. Примером сложной, но небольшого размера, может служить система, находящаяся восточнее Шуйгоры. На верхней террасе располагается массив со слабонаклонной поверхностью, занятый описанными выше сообществами с можжевельником, молинией, пушицей и *Sphagnum angustifolium*. За ним следует более наклоненный участок протяженностью 300–400 м, на котором

выражен грядово-мочажинный микрорельеф с растительностью аапа болота, где на грядах располагаются мезоолиготрофные сообщества *Pinus sylvestris* – *Juniperus sibirica* – *Molinia caerulea* – *Calluna vulgaris* – *Rubus chamaemorus* – *Sphagnum fuscum*. Мезотрофные виды, помимо доминирующей в травяном ярусе молинии, представлены немногочисленной пушицей узколистной (*Eriophorum angustifolium*). Мочажины залиты водой глубиной 0.1–0.2 м. В них располагаются сообщества ассоциации *Menyantho-Caricetum limosae* без сомкнутого мохового яруса. При этом обращает внимание несоответствие эколого-фитоценологических групп видов травяного и мохового ярусов. Мхи представлены видами олиготрофных и мезоолиготрофных болот – *Sphagnum majus* и *S. compactum*. Далее вниз по пологому склону располагается можжевельниково-сфагновое сообщество с разреженным древесным ярусом из сосны. Это сообщество, в свою очередь, сменяется пушицево-морозково-сфагновым сообществом, покрывающим нижний, чуть наклоненный, наибольший по размерам болотный массив системы. Другим примером каскадной болотной системы может послужить система, находящаяся вблизи возвышенности Оловгора. Верхний ее массив на значительной части площади занят грядово-мочажинными участками, ориентированными по уклону террасы. В обширной центральной части располагаются коврово-мочажинные участки, где низкие ковры со *Sphagnum papillosum* в виде островков окружены мочажинами с *S. lindbergii*. У этого массива есть склоновый участок с пушицево-морозково-сфагновыми сообществами, но он ориентирован не вверх, а вниз в сторону реки Олова. Грядово-мочажинные участки “обтекают” центр массива и переходят на массив, находящийся на ниже расположенной террасе, где сменяются пушицево-сфагновыми сообществами транзитной топи. Гряды здесь без сосны и лишайников, с моховым покровом из *Sphagnum fuscum*, с обильным вереском, водяникой и морозкой. Мочажины шейхериево-сфагновые, на нижерасположенном массиве – пушицево-сфагновые. Наиболее длинные пространственные ряды растительности наблюдаются на склоновых участках, направленных к глубоким понижениям рельефа, занятым обширными обводненными топиями. Здесь сверху вниз сменяются участки, занятые можжевельниково-пушицево-сфагновыми, пушицево-морозково-сфагновыми сообществами, на участки обводненных склонов с пухоносоро-сфагновыми, пушицево-сфагновыми и осоково-сфагновыми сообществами. У уплощающихся подножий склона появляются грядово-мочажинные (топяные) участки, которые ниже в глубоких понижениях рельефа переходят в топь с коврово-мочажинным микрорельефом с низкими сфагновыми коврами, имеющими форму гряд. В этих топиях формируются истоки рек. Склоновые участки спускаются к этой топи с разных сторон, отличаясь только по углу наклона, протяженности и числу звеньев пространственного ряда растительности. Здесь в мочажинах и топиях неоднократно, в том числе, в роли доминанта отмечены приатлантические виды сфагновых мхов: *Sphagnum tenellum*, *S. compactum*. И на грядах, и в мочажинах в травяном ярусе часто доминирует пухонос дернистый.

В верхней половине склоновой части болота в нескольких местах отмечены разных размеров разрывы торфяной залежи, залитые водой или с открытой поверхностью торфа, где произрастает лишь осока вздутая (*Carex rostrata*). Они явно образовались из-за разрыва замерзшего торфа мощным потоком стекающих по склону талых вод. В нижних частях болот есть примеры, свидетельствующие в пользу растительного происхождения гряд, когда на ровном, слабонаклонном участке с пушицево-сфагновым сообществом пушица образует заметные полосы, перпендикулярные наклону поверхности болота.

На склоне кряжа вблизи Шуйгоры в средней его части обнаружено склоновое ключевое болото, питаемое напорными грунтовыми водами, но небогатого минерального состава. Об этом свидетельствует видовой состав сообществ, не включающий ни одного вида флоры ключевых местообитаний. Болото на несколько сотен метров вытянуто сверху вниз, при этом вместе с высотой снижается и его трофический уровень – от ме-

зоевтрофного до олиготрофного. На находящихся выше по склону мезоевтрофных участках древостой (6Б4Е) высотой 5–7 м очень разрежен (сомкнутость крон 0.1). Травяной ярус образует хвощ речной, а моховой покров на равных слагают сфагновые и гипновые мхи: *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *Warnstorfia exannulata*. Средняя часть болота покрыта описанными выше сообществами с можжевельником. В их составе хвощ речной и молиния встречаются в небольшом количестве, а к нижнему краю массива исчезают и они: набор видов сводится к произрастающим на олиготрофных болотах, а моховой покров состоит исключительно из *Sphagnum angustifolium*. Выходы ключей отмечены во многих местах на склоновых участках болот как в виде родников с открытой водой, так и в виде затянутых сфагновым мхом блюдцеобразных топей диаметром до 20 м. Виды флоры ключевых болот богатого питания не обнаружены. В моховом покрове доминируют *Sphagnum fallax*, *S. angustifolium*, *S. riparium*, *S. lindbergii*. В травяном ярусе на первый план выходят “обычные” виды мезотрофных болот, но редко выполняющие роль доминантов: пушица узколистная, осока заливная (*Carex paupercula*). Ручьи, берущие начало в ключах, стекая вниз, пересекают склоновые, в том числе, грядово-мочажинные участки, имея четко выраженное русло. Характерной особенностью болот района является нахождение грядово-мочажинных участков на склонах, направленных вниз не от выпуклого центра массива к краю, а на сниходящих вниз участках склоновых болот.

Болота южных склонов кряжа Ветреный Пояс, в основных чертах, типичны для сильно заболоченных регионов северной тайги, но положение на склонах возвышенности, перехватывающей атмосферные осадки, террасированный рельеф и сложная геологическая история делают их разнообразными по режиму водно-минерального питания и растительному покрову. Нами они изучались на территории вокруг оз. Пелозеро [17].

По занимаемой площади преобладают олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные болота (рис. 6).

По совокупности признаков они отнесены нами к северо-восточноевропейскому географическому подтипу [3, 15, 18]. Для них характерна окраинная сосново-кустарничково-сфагновая полоса, сменяемая на нижней части склона кочковато-ковровыми участками с пушицево-сфагновыми (*Sphagnum angustifolium*) коврами и кустарничково-сфагновыми (*S. fuscum*), большей частью с сосной, кочками. Далее по направлению к центру массива следуют грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые участки. Спецификой района вокруг оз. Пелозеро, затрудняющей рассмотрение пространственной структуры растительности грядово-мочажинных болот, является сильная его заболоченность. Болотные массивы образуют обширные сложные системы. Олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные, мезотрофные травяно-сфагновые и запа болота объединяются в системы, где различить ранг граничащих болотных выделов очень сложно – болотные ли это участки или отдельные массивы. По характеру растительности, главным образом растительности гряд, массивы южных склонов кряжа отличаются и от южноприбеломорских болот, и от болот подножья центрального “хребта” кряжа. От обоих вариантов их отличает отсутствие в большинстве сообществ вереска, встреченного нами лишь несколько раз и в очень небольшом количестве. Кроме того, здесь наблюдается почти стопроцентная встречаемость касандры с высокими показателями проективного покрытия. От южноприбеломорских болот рассматриваемые болота отличает отсутствие или незначительное количество лишайников в моховом покрове. Ярус болотной сосны отличительным признаком служить не может, так как в половине описанных сообществ отсутствует, а в другой половине вполне выражен. Объединяющими болота Прибеломорской низменности, осевой части кряжа и его южных склонов признаками служат: постоянство и обилие голубики, карликовой березы, морошки, водяники (*Empetrum nigrum*), постоянство клюквы мелкоплодной (*Oxycoccus microcarpus*), что характерно для сообществ олиго-

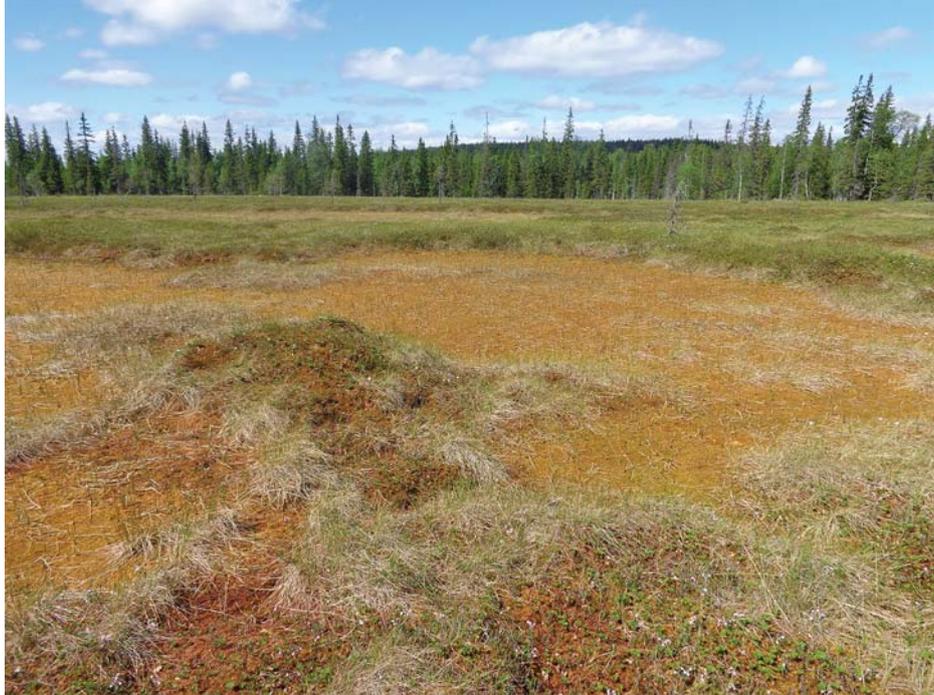


Рис. 6. Фрагмент пространственной структуры растительного покрова олиготрофного сфагнового грядово-мочажинного болотного массива. На переднем плане – кочка с морошково-пушицево-сфагновым (*Sphagnum fuscum*) сообществом. Она находится в пушицево-сфагновой мочажине (*S. balticum*). Окружают мочажину кустарничково-морошково-сфагновые гряды.

Fig. 6. Fragment of the spatial plant cover structure of the oligotrophic Sphagnum ridge-hollow mire complex. A hummock with a cloudberry-cotton grass-Sphagnum (*Sphagnum fuscum*) community is in the foreground; placed in a cotton grass-Sphagnum (*S. balticum*) hollow. The hollow is surrounded by dwarf-shrub-cloudberry-Sphagnum ridges.

трофных гряд в северной тайге. Главным отличием в растительности мочажин является редкость *Sphagnum lindbergii*, отмеченного нами в роли доминанта лишь один раз. Реже встречаются очеретник белый и пухонос дернистый, но по этому признаку отличия не столь резкие.

Ряд олиготрофных болотных массивов не достиг грядово-мочажинной стадии. Пространственный ряд растительности на них укорочен и завершается кочковато-ковровыми участками с преобладанием пушицево-сфагновых сообществ ковров. Они располагаются по всему центру массивов и в верхней части склонов.

На одной из приозерных наклонных террас отмечено олиготрофное болото с заметной вогнутостью к центру, по составу и пространственному размещению растительных сообществ похожее на олиготрофные болотные массивы, распространенные в долинах осевой части кряжа. Здесь также от края массива наблюдается направленный вниз склон, участки которого занимают пухоносово-сфагновые сообщества с покрытием пухоноса дернистого до 30%. В отличие от “желобообразных” массивов центрального “хребта”, на большей части площади сравнительно дренированных, здесь склон переходит в обширную обводненную топь, занимающую основную площадь массива. Она похожа на описанную выше топь глубоких понижений между гребнями

“хребта”, куда направлен сток с нескольких склоновых болот. Для этой топи характерен коврово-мочажинно-озерковый микрорельеф, где островки-ковры диаметром 0.5–1.5 м покрыты пухоносово-сфагновыми сообществами с моховым ярусом из *Sphagnum balticum*, *S. papillosum* при участии *S. compactum*. Здесь же в роли доминанта один раз встретился *Sphagnum tenellum*. В мочажинах и озерах значительную площадь занимают очеретниково-сфагновые и очеретниково-печеночниковые сообщества, на других болотах этого района мало заметные. Здесь же располагаются сообщества ассоциаций *Caricetum limosae*, *Scheuchzerietum palustris*. Долинные олиготрофные массивы вогнутой формы являются “визитной карточкой” кряжа Ветренный Пояс: они встречаются от террас северного подножья до южных склонов кряжа, преобладая в его возвышенной центральной части.

Встречающиеся на южных склонах кряжа мезотрофные болота можно подразделить на осоково-сфагновые, занимающие наклонные долины, часто соседние с теми, где располагаются упомянутые выше вогнутые олиготрофные болота, и на структурированные грядово-мочажинные. Между этими разновидностями болот наблюдаются переходные формы, например, склоновые мезотрофные болота, где ровная ковровая поверхность местами разделена на сектора мочажинами-протоками. Осоково-сфагновые болота покрыты однообразными сообществами ассоциации *Sphagno-fallacis-Caricetum rostratae*. На участках со слабой проточностью болотных вод доминируют осока вздутая и пушица влагилищная, что индицирует процесс перехода массива на олиготрофную стадию развития. Мезотрофные грядово-мочажинные болота аапа типа встречаются здесь часто и занимают большие площади. Однако они, входя в одну сложную систему с олиготрофными грядово-мочажинными, плавно переходят друг в друга, что не позволяет понять, являются ли они самостоятельными массивами сложной болотной системы или обширными участками единого болотного массива. По растительности аапа болота южных склонов кряжа, в большинстве своем, следует отнести к карельскому типу. Встречены и аапа, имеющие признаки онежско-печорского типа, где моховой покров гряд образует *Sphagnum divinum (magellanicum)*, травяной ярус состоит из осок волосистоплодной и вздутой и вахты. Основная же часть аапа болот соответствует признакам карельского типа, где в травяном ярусе гряд доминирует или значимо присутствует молиния, постоянно встречается седмичник. На грядах моховой ярус в большинстве сообществ образует *Sphagnum papillosum*, реже — *S. fuscum*. Однако признаки карельского типа здесь заметно утрачиваются, что проявляется не только в редукции диагностической группы видов до 2–3, но и в очень редкой встречаемости такого характерного для них вида как вереск. В мочажинах располагаются очеретниково-вахтовые, шейхцериево-вахтовые и топяно-осоково-вахтовые сообщества со сфагновым покровом и без него.

Аапа болота южных склонов кряжа различаются не только географическими типами, но и по трофности: наряду с мезотрофными встречаются и мезоевтрофные, перемежаемые участками (или массивами) евтрофных болот ключевого питания. Они в большей степени соответствуют, по растительности, болотам аапа карельского типа. Моховой ярус гряд, наряду с *Sphagnum papillosum*, образуют *Sphagnum warnstorffii*, *S. centrale* и внесенный в Красную книгу Архангельской области *Sphagnum subfulvum* [12]. Помимо молинии, седмичника, можжевельника сибирского и обоих видов пухоноса, на грядах отмечены плаунок (*Selaginella selaginoides*) и осока свинцово-зеленая (*Carex livida*). Залитые слоем воды мочажинны заняты сообществами ассоциации *Menyantho-Caricetum limosae* без сплошного мохового яруса с обильной пузырьчаткой промежуточной. На одном из мезоевтрофных болот аапа и на грядах, и в мочажинах обильно произрастает тростник (*Phragmites australis*), придающий им вид тростникового болота. В мочажинах этих аапа отмечены мхи *Loeskyrium badium* (вид Красной книги Архангельской области [12]), *Sphagnum platyphyllum*, *Limprichtia scorpioides*, местами образующие моховой ярус.

На болота евтрофного типа здесь приходится наименьший процент площади. Тем не менее, они имеются и разнообразны по растительности и типу минерального питания. Они делятся на болота лимногенного, поверхностного и напорного грунтового питания [20]. К первой группе относятся приречные и приозерные болота, питаемые речными и разливающимися весной озерными водами. Они имеют небольшие размеры и покрыты сообществами высокотравья, осоковыми, хвощовыми, вейниковыми и тростниковыми, принадлежащими к ассоциациям *Comago-Caricetum rostratae*, *Comago-Caricetum lasiocarpae*, *Comago-Equisetetum fluviatilis*, *Comago-Phragmitetum australis*, соседствующими с сообществами лесного болота ассоциации *Thyselii palustris-Betuletum pubescentis*. В их составе обильна ива лапландская (*Salix lapponum*). Болота поверхностного питания располагаются на высоких склонах речных долин и входят в болотные системы как болотные участки либо массивы. Описанные нами такие болота представляют продолжение слабонаклонных мезотрофных болот. По-видимому, помимо стекающих вниз по склону болотных и дождевых вод, в питании склонового болота участвуют и грунтовые воды. Они выклиниваются из-под склона долины. На большей части площади это лесные евтрофные болота с древесным ярусом высотой 8–12 м, сомкнутостью крон 0.3–0.4; преобладающий состав древостоя 8Б2С+Е. Травяной ярус образуют вейник сероватый (*Calamagrostis canescens*), хвощ речной, осока волосистоплодная, вахта и сабельник (*Comarum palustre*). О том, что болото подпитывают и грунтовые воды, свидетельствуют виды сосудистых растений ключевых болот: змеевик большой (*Bistorta major*), подмаренник топяной (*Galium uliginosum*). Моховой ярус образуют *Sphagnum squarrosum*, *S. centrale*, *S. warnstorffii*. В местах интенсивного стока располагаются открытые осоковые участки с сообществами асс. *Caricetum diantrae*. В болотной системе, включающей мезоевтрофные аапа, между массивами этого типа встречен участок ключевого питания – крупный ключевой бугор, где отмечены щавель кислый (*Rumex acetosa*), змеевик большой, грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*); тем не менее, доминируют здесь обычные виды евтрофных болот (осока волосистоплодная, сабельник, вахта), а в моховом ярусе – *Sphagnum angustifolium* с примесью *S. warnstorffii*. Участок с выклиниванием напорных грунтовых вод обнаружен и в центре одного из олиготрофных массивов, что вносит большой вклад в его биоразнообразие и разнообразие микроландшафтной структуры. Диаметр участка – несколько сотен метров; его занимает сообщество лесного мезоевтрофного болота, в составе которого отмечены редкие виды сфагнов *Sphagnum aongstroemii*, *S. inundatum* [17], а на отходящем от него склоне находится грядово-озерковый комплекс, характерный для болот аапа типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В северо-западной части Архангельской области, пересекаемой кряжем Ветренный Пояс, на относительно коротком расстоянии в 84 км ярко проявляется широтная дифференциация типов болотных массивов и растительных сообществ. Происходит смена в пространственной структуре болотной растительности за счет резких изменений в рельефе. Простирающаяся на пути океанических воздушных масс возвышенность перехватывает значительную часть переносимых ими осадков, способствуя развитию болот.

В пределах исследованной нами восточной части Прибеломорской низменности также как и западной, доминируют болотные массивы дистрофного южноприбеломорского типа. Они занимают здесь до 80% территории, формируя болотный ландшафт. На террасированных равнинах северного подножья кряжа Ветренный Пояс все крупные болотные системы простого строения состоят из болотных массивов того же типа. Изменения в составе растительных сообществ на этом пространственном диапазоне минимальны: несколько уменьшается доля лишайников в моховом покрове гряд,

чаще встречается кассандра. Она же становится обильной в составе облесенных болотных участков на дренированных краях массивов. Появляются террасированные болотные системы, включающие вогнутые олиготрофные массивы с транзитной топью в центральной части.

Большинство болотных массивов возвышенной центральной части кряжа относится к олиготрофным долинным, вогнутым пушицево-сфагновым болотам, образующим протяженные системы, включающие обширные склоновые олиготрофные болота. Реже встречаются олиготрофные грядово-мочажинные болотные массивы, на грядках которых роль лишайников минимальна и в моховом покрове безраздельно господствует *Sphagnum fuscum*. Кассандра здесь встречается редко и в небольшом количестве. На небольшой площади встречены аапа болота, относящиеся к карельскому и онежско-печорскому типам. К специфике возвышенной части кряжа следует отнести и склоновые ключевые болота, питаемые небогатыми грунтовыми водами.

Типологическое разнообразие болотных массивов и произрастающих на них растительных сообществ заметно возрастает на южных склонах кряжа. Преобладают по площади олиготрофные грядово-мочажинные болота, в большей степени соответствующие северо-восточноевропейскому типу. На них редок вереск и, наоборот, постоянно встречается и обильна кассандра. Становятся более редкими *Sphagnum capillifolium* (на грядках), *S. lindbergii*, *S. tenellum* (в мочажинах). Наряду с олиготрофными, большую площадь занимают и минеротрофные грядово-мочажинные болота аапа типа, представленные разными географическими типами и трофическими вариантами. Можно предположить, что по южному склону кряжа проходит северная граница распространения северо-восточноевропейских сфагновых грядово-мочажинных олиготрофных и аапа болот.

На значительно меньшей площади, но во многих местах, встречаются евтрофные болотные массивы, включая питаемые напорными грунтовыми водами. Благодаря этому видовое и фитоценотическое богатство болот южных склонов кряжа заметно выше, чем в его осевой части и на северном подножье.

Кряж Ветренный Пояс – один из самых ярких примеров воздействия орографического фактора на болота, их типологический состав и географическое распределение. По кряжу проходит ряд границ зональных типов болот, синтаксонов и видов болотной растительности.

Таким образом, кряж Ветренный Пояс служит южной границей распространения омбротрофных болот прибалтийского типа, северной границей распространения олиготрофных грядово-мочажинных и минеротрофных аапа болот. Центральную, наиболее возвышенную часть кряжа следует считать отдельным регионом при районировании болот, со свойственным ей типом олиготрофных долинных болот вогнутой, жолобообразной формы, включающих склоновые участки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 17-04-01749, а также в рамках государственных заданий Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (AAAA-A19-119030690058-2), Института биологии Карельского НЦ РАН (AAAA-A19-119062590056-0), Национального парка “Водлозерский” (№ 051-00036-19-01).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова Т.Г., Кирюшкин В.Н.* Районирование болот Архангельской области // Северо-Запад европейской части СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 1969. С. 81–113.
2. *Антипин В.К., Елина Г.А., Токарев П.Н., Бразовская Т.И.* Болотные экосистемы национального природного парка “Водлозерский”: прошлое, настоящее, будущее // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 1. С. 21–37.
3. *Антипин В.К., Бойчук М.А., Бразовская Т.И., Талбонен Е.Л.* Растительный покров болот национального парка “Водлозерский” // Национальный парк “Водлозерский”: природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2001. С. 135–144.

4. Антипин В.К., Бойчук М.А. Сфагновые сообщества с *Molinia caerulea* (Poaceae) на онежско-печорских аапа болотах // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 2. С. 244–251.
5. Бискэ Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во Карельской АССР, 1959. 307 с.
6. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л.: Наука, 1989. 64 с.
7. Елина Г.А. Типы болот Прибеломорской низменности // Болота Карелии и пути их освоения. Петрозаводск, 1971. С. 51–79.
8. Елина Г.А., Юрковская Т.К. Болотные экосистемы низкогорий северной тайги // Болотные экосистемы Европейского Севера. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 5–24.
9. Корсаков А.К., Лукашенко С.В., Межеловский А.Д. Этапы магматизма в истории формирования Ветреного Пояса (Балтийский щит) // Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии: материалы XXIII молодежной научной школы-конф., посв. памяти К.О. Кратца. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2012. С. 15–16.
10. Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. 403 с.
11. Красная книга Архангельской области. Архангельск: Ком. по экологии Арханг. обл., 2008. 351 с.
12. Куликова В.В., Бычкова Я.В., Куликов В.С., Терновой А.Н. Новые данные по минералогии коматиитовых базальтов палеопротерозойского рифта Ветреный Пояс // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерагения Северо-Запада России. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. С. 214–219.
13. Куликов В.С., Куликова В.В. Ветреный Пояс // Карелия: энциклопедия. Т. 2. Петрозаводск: ИД “ПетроПресс”, 2009. С. 117–118.
14. Куликов В.С., Бычкова Я.В., Куликова В.В. Ветреный Пояс: тектоно- и петротип палеопротерозоя юго-восточной Фенноскандии // Геология Карелии от архея до наших дней: материалы Всерос. конф., посв. 50-летию Института геологии КНЦ РАН. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2011. С. 91–103.
15. Кутенков С.А. Болотные экосистемы // Природа и историко-культурное наследие Кожозерья. Архангельск: УрО РАН, 2006. С. 39–50.
16. Природа и историко-культурное наследие Кожозерья. Архангельск: УрО РАН, 2006. 310 с.
17. Смагин В.А., Антипин В.К., Бойчук М.А. Болота южных склонов кряжа Ветреный Пояс (Восточная Фенноскандия) // Бот. журн. 2019. Т. 104. № 4. С. 602–616.
18. Юрковская Т.К. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. СПб., 1992. 256 с.
19. Ignatov M.S., Afonina O. M. Checklist of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. V. 15. P. 1–130.
20. Mazing V. Mire typology of the Estonian SSR // Some aspects of the botanical research in the Estonian SSR. Tartu, 1975. P. 97–108.

The Spatial Structure of the Plant Cover of Mires in the North-Western Arkhangelsk Region (Case Study of the Vetreny Poyas Range)

V. A. Smagin^{1, *}, V. K. Antipin^{2, 3, **}, and M. A. Boychuk^{3, ***}

¹Komarov Botanical Institute of RAS, St. Petersburg, Russia

²Institute of Biology of Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

³Vodlozersky National Park, Republic of Karelia, Russia

*e-mail: smagin@binran.ru

**e-mail: antipin@krc.karelia.ru

***e-mail: boychuk@krc.karelia.ru

The results of the 2017–2019 years study of mires in the northwestern Arkhangelsk Region, including north- and south-facing slopes of the Vetreny Poyas Range and White Sea Lowland, are reported. The mires of the landforms of the model territory are described. Changes in the spatial structure of the plant cover of the mires were revealed. The Vetreny Poyas range was shown to be the southern boundary of mires of dystrophic South White Sea type. It is also the northern boundary of the aapa mires which spread from the south-facing slopes of the range and have some features indicative of a transition from Karelian to northeastern European types of aapa. The valley mires of the central ridge of the Vetreny Poyas are characterized by some distinctive regional features, and when creating large-scale zoning, the

central ridge should be considered as an individual mire region. The Vetreny Poyas Range is one of the most striking examples of the effect of the orographic factor on the typological composition and geographic distribution of mires.

Keywords: mire massif, mire site, plant cover, Vetreny Poyas Range, latitudinal gradient, hypsometric level, Arkhangelsk Region

REFERENCES

1. Abramova T.G., Kiryushkin V.N. Rajonirovanie bolot Arxangel'skoj oblasti // Severo-Zapad evropejskoj chasti SSSR. L.: Izd-vo LGU, 1969. S. 81–113.
2. Antipin V.K., Elina G.A., Tokarev P.N., Brazovskaya T.I. Bolotny'e e'kosistemy' nacional'nogo prirodnogo parka "Vodlozerskij": proshloe, nastoyashhee, budushhee // Bot. zhurn. 1996. T. 81. № 1. S. 21–37.
3. Antipin V.K., Bojchuk M.A., Brazovskaya T.I., Talbonen E.L. Rastitel'ny'j pokrov bolot nacional'nogo parka "Vodlozerskij" // Nacional'ny'j park "Vodlozerskij": prirodnoe raznoobrazie i kul'turnoe nasledie. Petrozavodsk: KNCz RAN, 2001. S. 135–144.
4. Antipin V.K., Bojchuk M.A. Sfgnovy'e soobshhestva s *Molinia caerulea* (Poaceae) na onezhskopechorskix aapa bolotax // Bot. zhurn. 2004. T. 89. № 2. S. 244–251.
5. Biske' G.S. Chetvertichny'e otlozheniya i geomorfologiya Karelii. Petrozavodsk: Goc. izd-vo Karel'skoj ASSR, 1959. 307 s.
6. Geobotanicheskoe rajonirovanie Nechernozem'ya evropejskoj chasti RSFSR. L.: Nauka, 1989. 64 s.
7. Elina G.A. Tipy' bolot Pribelomorskoj nizmennosti // Bolota Karelii i puti ix osvoeniya. Petrozavodsk, 1971. S. 51–79.
8. Elina G.A., Yurkovskaya T.K. Bolotny'e e'kosistemy' nizkogorij severnoj tajgi // Bolotny'e e'kosistemy' Evropejskogo Severa. Petrozavodsk: Karel'skij filial AN SSSR, 1988. S. 5–24.
9. Korsakov A.K., Lukashenko S.V., Mezhelovskij A.D. E'tapy' magmatizma v istorii formirovaniya Vetrenogo Poyasa (Baltijskij shhit) // Aktual'ny'e problemy' geologii dokembriya, geofiziki i geoe'kologii: materialy' XXIII molodezhnoj nauchnoj shkoly'-konf., posv. pamyati K. O. Kratcza. Petrozavodsk: KNCz RAN, 2012. S. 15–16.
10. Kravchenko A.V. Konspekt flory' Karelii. Petrozavodsk: KNCz RAN, 2007. 403 s.
11. Krasnaya kniga Arxangel'skoj oblasti. Arxangel'sk: Kom. po e'kologii Arxang. obl., 2008. 351 s.
12. Kulikova V.V., By'chkova Ya.V., Kulikov V.S., Ternovoj A.N. Novy'e danny'e po mineralogii komatiitovy'x bazal'tov paleoproterozojskogo rifta Vetreny'j Poyas // Geodinamika, magmatizm, sedimentogenez i minerageniya Severo-Zapada Rossii. Petrozavodsk: KNCz RAN, 2007. C. 214–219.
13. Kulikov V.S., Kulikova V.V. Vetreny'j Poyas // Kareliya: e'nciklopediya. T. 2. Petrozavodsk: ID "PetroPress", 2009. S. 117–118.
14. Kulikov V.S., By'chkova Ya.V., Kulikova V.V. Vetreny'j Poyas: tektono- i petrotip paleoproterozoya yugo-vostochnoj Fennoskandii // Geologiya Karelii ot arxeya do nashix dnei: materialy' Vseros. konf., posv. 50-letiyu Instituta geologii KNCz RAN. Petrozavodsk: KNCz RAN, 2011. C. 91–103.
15. Kutenkov S.A. Bolotny'e e'kosistemy' // Priroda i istoriko-kul'turnoe nasledie Kozhozer'ya. Arxangel'sk: UrO RAN, 2006. S. 39–50.
16. Priroda i istoriko-kul'turnoe nasledie Kozhozer'ya. Arxangel'sk: UrO RAN, 2006. 310 s.
17. Smagin V.A., Antipin V.K., Bojchuk M.A. Bolota yuzhny'x sklonov kryazha Vetreny'j Poyas (Vostochnaya Fennoskandiya) // Bot. zhurn. 2019. T. 104. № 4. S. 602–616.
18. Yurkovskaya T.K. Geografiya i kartografiya rastitel'nosti bolot Evropejskoj Rossii i sopredel'ny'x territorij. SPb., 1992. 256 s.
19. Ignatov M.S., Afonina O.M. Checklist of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. V. 15. P. 1–130.
20. Mazing V. Mire typology of the Estonian SSR // Some aspects of the botanical research in the Estonian SSR. Tartu, 1975. P. 97–108.

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

© 2020 г. К. С. Дегтярев*

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**E-mail: kir1111@rambler.ru*

Поступила в редакцию 28.01.2020 г.

После доработки 21.02.2020 г.

Принята к публикации 22.02.2020 г.

Раскрывается экономико-географическая неоднородность территории Республики Калмыкия и проводится ее экономико-географическое районирование по группе критериев: плотности населения и характеру расселения, направлению развития сельского хозяйства, уровню развития транспортной инфраструктуры, положению относительно региональных экономических центров. Работа является уточнением предложенных ранее схем экономико-географического микрорайонирования Калмыкии на основе более детального учета местных особенностей. Проведенное экономико-географическое районирование основано на онтологической парадигме. Цель работы связана с вопросами социально-экономического развития Калмыкии, в частности – предпосылками и перспективами развития энергетики на основе возобновляемых источников энергии, различающихся в зависимости от природно-хозяйственных и экономико-географических особенностей. В пределах мезорайона Калмыкии выделены следующие экономико-географические микрорайоны: Западный, Центрально-Восточный, Юго-Восточный, Северный и Южный. Наиболее контрастны различия между Западным районом с наибольшей для Калмыкии плотностью населения и растениеводческой специализацией сельского хозяйства, и Центрально-восточным районом, наименее населенным и имеющим животноводческую специализацию.

Ключевые слова: Юг России, Калмыкия, экономико-географическое районирование, сельское хозяйство, население, возобновляемые источники энергии

DOI: 10.31857/S0869607120010036

ВВЕДЕНИЕ

Республика Калмыкия занимает стыковое экономико-географическое положение между территориями Северного Кавказа, Нижнего Поволжья и Нижнего Дона. В схеме деления России на экономические районы (ЭР) Калмыкия отнесена к Поволжскому ЭР и граничит с Северо-Кавказским ЭР. При делении Российской Федерации на федеральные округа (ФО) Калмыкия включена в Южный ФО и граничит с Северо-Кавказским ФО. Кроме того, Калмыкия находится между Каспийским и Черным морем на кратчайшем пути, соединяющем их, а также в зоне сужения российской территории и сближения границ ряда стран ближнего зарубежья – Украины, Казахстана, Грузии, Азербайджана. Также Калмыкия расположена на небольшом расстоянии от федеральных и региональных экономических центров: расстояние от Москвы до столицы Калмыкии Элисты – 1300 км, до ближайших центров юга России – Ростова-на-Дону, Волгограда, Астрахани, Ставрополя, Краснодара – в пределах 500 км.

В то же время, Калмыкия имеет ряд социально-экономических проблем и относится к четко выраженной внутренней экономической периферии России, являясь аграрным регионом периферийного типа [13, 14], субъектом РФ с одним из самых низких ВРП на душу населения и сельским хозяйством в качестве основы экономики республики.

Калмыкия резко отличается от соседних субъектов РФ, а также других регионов, входящих в те же ЭР и ФО, комплексом природно-хозяйственных характеристик, прежде всего, более континентальным климатом и на порядок меньшей плотностью населения (3,7 чел./км² при территории 75 тыс. км² и населении менее 280 тыс. чел.).

Ведущая отрасль экономики Республики Калмыкия – сельское хозяйство, где преобладает животноводство. По ряду природно-хозяйственных параметров Калмыкия близка к ряду регионов Сибири – Республике Алтай, республикам Тыва и Бурятия, и сопредельным им территориям стран Азии – Казахстана и Монголии. Подробнее этот вопрос освещен в [5, 9].

При этом Калмыкия неоднородна с точки зрения природных условий, расселения и хозяйства. В работе проведено экономико-географическое районирование территории республики. Практическая значимость данной работы связана с необходимостью дифференцированных подходов к разным частям Калмыкии при подготовке и реализации программ экономического развития республики, в частности – развития топливно-энергетического комплекса и системы энергообеспечения республики [8].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Специфика природных условий, экономико-географического и геополитического положения Калмыкии, обозначенная выше, создает дополнительный исследовательский интерес, с одной стороны, и проблему – с другой, учитывая экологическое и социально-экономическое неблагополучие республики, выражающееся в дефиците воды и опустынивании территории [1, 2, 16, 19], низком душевом ВРП, высоком уровне безработицы, депопуляции вследствие резко отрицательного сальдо миграции населения [21, 23].

Актуален поиск путей социально-экономического развития республики. Само по себе это требует учета территориальной дифференциации Калмыкии, выявления природно-хозяйственных особенностей разных ее частей. Ранее проводилось и в ряде работ представлено ландшафтное, природно-хозяйственное и экономико-географическое районирование Калмыкии. В то же время, природный и хозяйственный аспекты рассматривались, как правило, отдельно друг от друга, а экономико-географическое районирование недостаточно учитывало различия между отдельными районно-муниципальными образованиями (РМО) республики. В данной работе проводится дифференциация районов Калмыкии на основе количественных показателей населения и хозяйства.

Помимо этого, одной из проблем Калмыкии является низкая надежность и высокая стоимость энергообеспечения, в частности, обеспечения электроэнергией. В республике отсутствует собственная генерация энергии, а сеть линий электропередач сильно изношена. Вместе с тем, Калмыкия отличается высоким природным потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как на единицу территории, так и на душу населения, что создает сильные предпосылки развития этого направления энергетики в республике. Подробнее эти вопросы освещались, в частности, в [6, 7].

Проведенное в данной статье экономико-географическое районирование Калмыкии помогает выявить различия разных ее районов с точки зрения перспективных направлений развития энергетики на основе ВИЭ – отдельных источников энергии, масштаба и структуры генерирующих мощностей, и подходить к решению данной задачи с учетом территориальных различий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В основе работы лежит экономико-географический анализ и районирование с использованием существующих в отечественной научной школе подходов. В частности, использованы подходы к районированию, представленные в работах Е.Е. Лейзеровича, А.Н. Ракитникова, В.Л. Каганского, В.Е. Шувалова. Источниками информации служили статистические данные, материалы исследований Калмыкии в предыдущие годы, собственные полевые наблюдения. В работе совмещены классические принципы районирования, связанные с территориальным разделением труда, и современные, в большей степени социально-географические и гуманитарные подходы [24].

В качестве базовой территориальной единицы используется единица административного деления – район (РМО). РМО группируются в экономико-географические районы на основе сходства ряда их ключевых экономико-географических параметров, с учетом физико-географических показателей.

В трехступенчатой иерархии экономико-географических районов Калмыкия относится к мезорайону; соответственно, дифференциация ее территории выделяет единицы масштаба микрорайонов [11]. Соблюдается принцип пространственного единства выделенных районов. Экономико-географическое районирование Республики Калмыкия, представленное в данной работе, выполнено в рамках онтологической парадигмы, предполагающей исследование территории с целью выявления объективно существующих районов [10]. При изучении основных показателей по РМО Калмыкии выявлены следующие основные различия: 1) по численности и плотности населения и уровню урбанизации; 2) в сельскохозяйственной специализации районов – выделяются преимущественно растениеводческие и преимущественно животноводческие районы.

Различия между районами проявляются в населенности территории, типе сельского хозяйства. Ландшафтные отличия фиксируются и визуально, особенно при пересечении территории Калмыкии в широтном направлении.

Показатели населения как таковые выступают ключевыми для географической дифференциации территорий. Сельское хозяйство служит основой реального сектора экономики Калмыкии. На него пришлось (в среднем за 2005–2018 г.) почти 32% всего ВРП республики и 70% от доли ВРП, приходящейся на первичный и вторичный секторы, включая сельское хозяйство, добывающие и обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды и строительство [21, 23]. В связи с этим, сельскохозяйственные показатели также рассматриваются в качестве главных для районирования территории Калмыкии.

Таким образом, проводимая территориальная дифференциация носит и черты сельскохозяйственного районирования. В основе в данном случае различия РМО по сбору зерновых (показатель растениеводства) и поголовьям крупного рогатого скота (КРС) и овец и коз (показатели животноводства). Выбор данных показателей обусловлен их базовым характером для сельского хозяйства Калмыкии. На зерновые приходится около 90% общей массы растениеводческой продукции, включая овощи, подсолнечник, картофель. На поголовье КРС, овец и коз приходится в совокупности около 98% всего поголовья скота, включающего также свиней, лошадей, верблюдов.

Это собственно сельскохозяйственный аспект районирования, отражающий реальное состояние сельского хозяйства, а не природно-хозяйственное районирование для сельскохозяйственных целей [17], но далее оно сопоставляется с имеющейся ландшафтной и природно-хозяйственной дифференциацией, подкрепляющей проведенное экономико-географическое деление.

ОБЗОР РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время наиболее разработано физико-географическое районирование территории Калмыкии. Большая часть (около 90%) территории республики – ее центральная и восточная части – отнесены к континентальной восточно-европейской климатической области; крайняя западная часть принадлежит атлантико-континентальной европейской (степной) области [15]. С запада на восток наблюдается нарастание континентальности климата со снижением среднегодового количества осадков с более 400 до 200–250 мм, снижением коэффициентов увлажнения, ростом разности летних и зимних температур.

В основе ландшафтного районирования лежит разделение территории Калмыкии на три зоны: степную, полупустынную и пустынную, в пределах которых, в свою очередь, выделяется 11 ландшафтных районов [25]. Также выделены основные геолого-геоморфологические структурные единицы Калмыкии: Ставропольская возвышенность на крайнем западе республики; возвышенность Ергени, пересекающая западную часть Калмыкии субмеридионально; Кумо-Маньчская впадина, ограничивающая Калмыкию с юга; Прикаспийская низменность, занимающая центр и запад Калмыкии.

Данная ландшафтная дифференциация обусловила деление Калмыкии на три природно-хозяйственные зоны [2] (рис. 1):

1. Западную, которой в административном отношении соответствуют Городовиковское и Яшалтинское РМО, соответствующую степной зоне в ландшафтной классификации, а также Ставропольской возвышенности и Кумо-Маньчской впадине в геоморфологическом отношении;

2. Центральную: Приютненское, Ики-Бурульское, Целинное, Кетченеровское, Сарпинское, Малодербетовское, Октябрьское РМО; степная и полупустынная зоны; возвышенность Ергени;

3. Восточную: Яшкульское, Юстинское, Черноземельское, Лаганское РМО; полупустынная и пустынная зоны; Прикаспийская низменность.

Экономико-географическое микрорайонирование Калмыкии было предложено Е.Е. Лейзеровичем [12], выделившим три микрорайона:

1. Элистинский (включает г. Элиста, Целинное, Ики-Бурульское, Приютненское, Городовиковское, Яшалтинское РМО);

2. Сарпинский (Сарпинское, Малодербетовское, Кетченеровское, Октябрьское, Юстинское РМО).

3. Черноземельский. (Яшкульское, Черноземельское, Лаганское РМО).

Данное деление в значительной степени коррелирует с ландшафтной и природно-хозяйственной структурой Калмыкии, представленной выше. Кроме того, Калмыкия разделена таким образом на три региона, сопоставимые по площади и форме.

В то же время, в ряде случаев в один микрорайон объединены РМО с существенно различающимися экономико-географическими характеристиками, в частности, Ики-Бурульское РМО в составе Элистинского района, Кетченеровское и Юстинское РМО в составе Сарпинского района, Лаганское РМО в составе Черноземельского района.

Нами предлагается более дифференцированный подход, опирающийся на ряд количественных экономико-географических показателей. Пользуясь терминологией Б.Б. Родомана [18], территориальную дифференциацию Калмыкии, предложенную Е.Е. Лейзеровичем, можно рассматривать, скорее как изоструктурную, тогда как предложенную нами – как сложно-однородную, или фасетную.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении данных по плотности населения в пределах разных РМО Калмыкии мы можем выделить три ареала (рис. 2) с повышенной плотностью населения [7]:



Рис. 1. Территориально-административное деление Республики Калмыкия с границами природно-хозяйственных зон. Пояснения в тексте.

Fig. 1. Administrative subdivision of Kalmykia Republic with the borders of the natural-economy zones. Explanations are at the text.

1. Запад Калмыкии (Городовиковское, Яшалтинское, Целинное, Приютненское РМО и г. Элиста), с максимальной плотностью населения — от 3.4 до 14.3 чел./км² по районам (в 1.5–6.3 раз выше, чем в среднем по республике); при этом, в пределах данного ареала находится и столица республики Элиста, на которую приходится почти 40% всего населения Калмыкии. На этот ареал приходится 16% площади и 37% населения республики без учета Элисты, а с учетом Элисты — 62% населения.

2. Восток Калмыкии — территория, прилегающая к Каспийскому морю и включающая Лаганское РМО с плотностью 3.9 чел./км² или в 1.7 раз выше средней по республике.

3. Север Калмыкии, включающий Сарпинское, Малодербетовское и Октябрьское РМО, с плотностью населения 2.3–3.3 чел./км², что в 1.0–1.4 раза выше средней.

Эти ареалы не имеют общих границ и разделены и разделены единым массивом, включающим пять РМО в центре и на юге республики: Кетченеровское, Юстинское, Яшкульское, Черноземельское и Ики-Бурульское. В данном ареале плотность населения повсеместно существенно ниже, чем в среднем по Калмыкии — от 0.9 до 1.6 чел./км², или 0.4–0.7 от средней. На эту группу районов в совокупности приходится 63% территории Калмыкии и всего 33% населения без учета Элисты; с учетом Элисты — менее 21%.

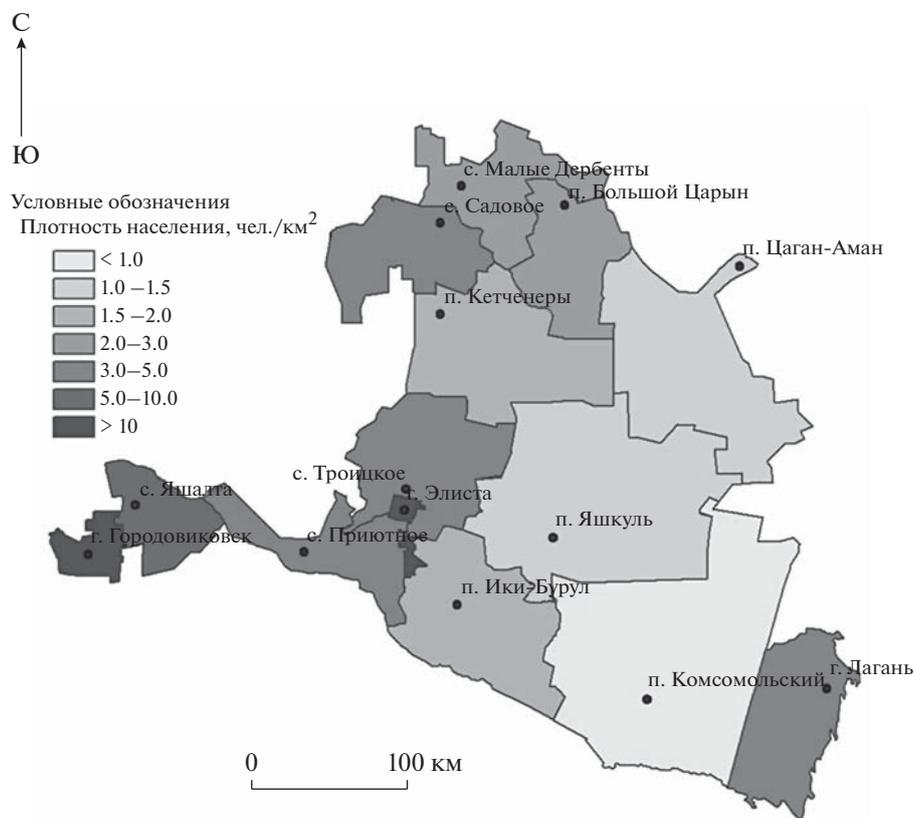


Рис. 2. Плотность населения по РМО Калмыкии.

Fig. 2. Population density by the districts of Kalmykia.

В данном случае, прежде всего, заметны различия в специализации между западным и центрально-южным ареалами. На западе (кроме городского округа Элисты) максимальны сборы зерновых. Около 68% производства зерновых Калмыкии сосредоточено в данном ареале. При этом, животноводство играет сравнительно подчиненную роль – около 24% всего поголовья КРС и 15% всего поголовья овец и коз. Контрастно противоположная ситуация в центрально-южном массиве – развитое животноводство при слабо развитом растениеводстве. В данном случае, особняком стоит Ики-Бурульское РМО, где развито и то, и другое. Без Ики-Бурульского РМО на центрально-южный ареал приходится всего 0.5% общего производства зерновых в Калмыкии (с данным районом – 13%). В то же время, на него приходится 41% всего поголовья КРС (с Ики-Бурульским РМО – 53%) и 63% всего поголовья овец и коз (с Ики-Бурульским РМО – 71%).

Изучение статистики сбора зерновых (взято среднее значение за 2008–2018 г.), поголовья КРС, овец и коз (средние данные за 2009–2019 г.) позволяет четко разделить РМО с растениеводческой и животноводческой специализацией (рис. 3–5).

Также отличаются: Северный ареал со средними показателями развития растениеводства и животноводства, по обеим позициям занимающий промежуточное положение между западным и центрально-южным ареалами; Юго-Восток – прикаспийское

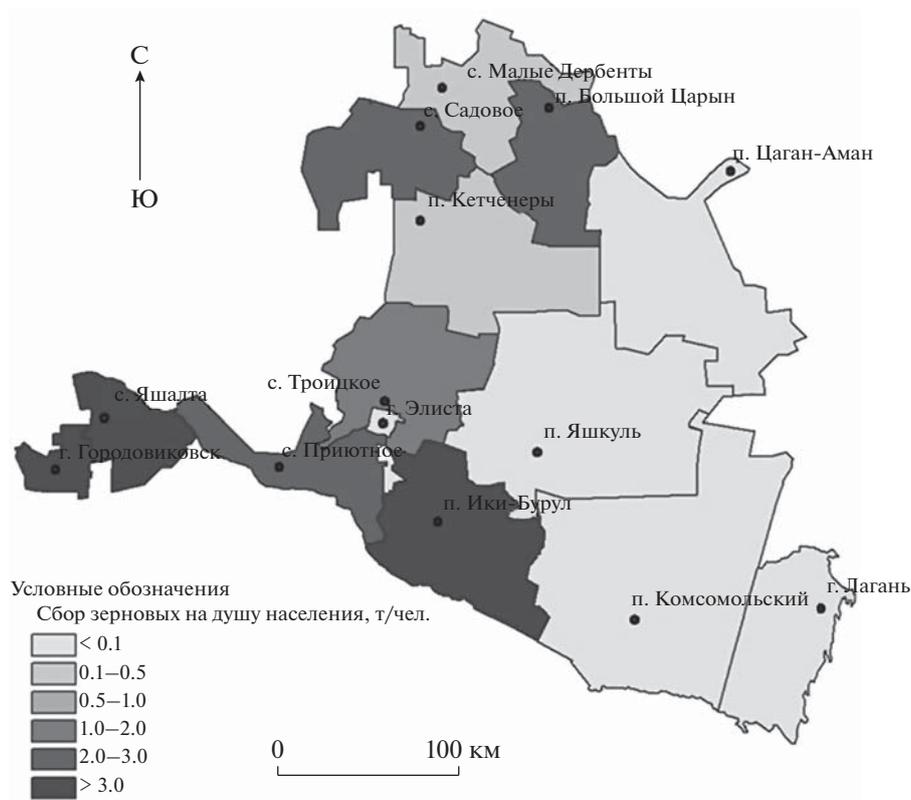


Рис. 3. Душевой сбор зерновых по РМО Калмыкии.
Fig. 3. Cereal harvest per capita by the districts of Kalmykia.

Лаганское РМО, где сравнительно слабо развито животноводство, а растениеводство практически отсутствует.

Для более четкого определения хозяйственной специализации района по каждому из них рассчитан натуральный показатель специализации как частное доли данного показателя и доли данного района в населении Калмыкии. Средняя численность населения взята за 2010–2016 гг. Из натуральных показателей специализации по поголовью КРС, овец и коз выводится средний натуральный показатель животноводческой специализации (табл. 1).

Из табл. 1 четко видна растениеводческая специализация западного ареала (показатель 1.0–5.3), в несколько меньшей степени – северного (0.6–2.4), а также южного Ики-Бурульского района (3.2). При этом, растениеводство практически полностью отсутствует в центре (0.0–0.1) и на востоке (0.0).

Животноводческая специализация, напротив, отчетливо выражена в районах центрального ареала (2.5–3.2), Ики-Бурульском районе (2.6), в меньшей степени на севере (1.2–1.5) и западе (0.1–1.5) и в слабой степени на востоке (0.6).

Анализ данных по населению и сельскому хозяйству показывает, что Калмыкия в экономико-географическом отношении подразделяется на следующие ареалы:

1. Густонаселенный запад с преимущественно растениеводческой специализацией хозяйства;

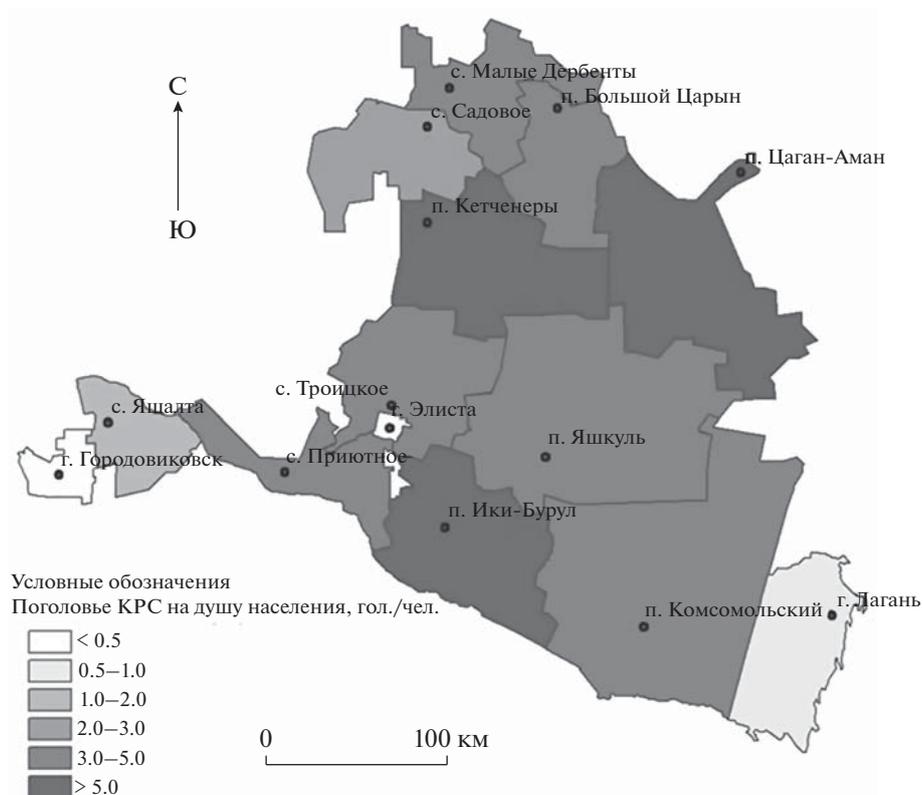


Рис. 4. Душевое поголовье крупного рогатого скота по РМО Калмыкии.

Fig. 4. Cattle stock per capita by the districts of Kalmykia.

2. Редконаселенный центр с четкой животноводческой специализацией хозяйства и почти отсутствующим растениеводством;

3. Три отдельных ареала – северный, южный (Ики-Бурульский район) и восточный (Лаганский район), отличающихся каждый своей спецификой и по ряду позиций занимающих промежуточное положение между западом и центром.

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАЛМЫКИИ

Исходя из сказанного выше, мы можем выделить следующие экономико-географические районы Калмыкии ранга микрорайонов (рис. 6):

- Западный (включает Городовиковское, Яшалтинское, Приютненское, Целинное РМО и г. Элиста);
- Центрально-Восточный (Кетченеровское, Юстинское, Яшкульское, Черноземельское РМО);
- Юго-Восточный (Лаганское РМО);
- Северный (Сарпинское, Малодербетовское, Октябрьское РМО);
- Южный (Ики-Бурульское РМО).

Каждый из них обладает своей спецификой географического положения, природных условий, показателей расселения и хозяйства.

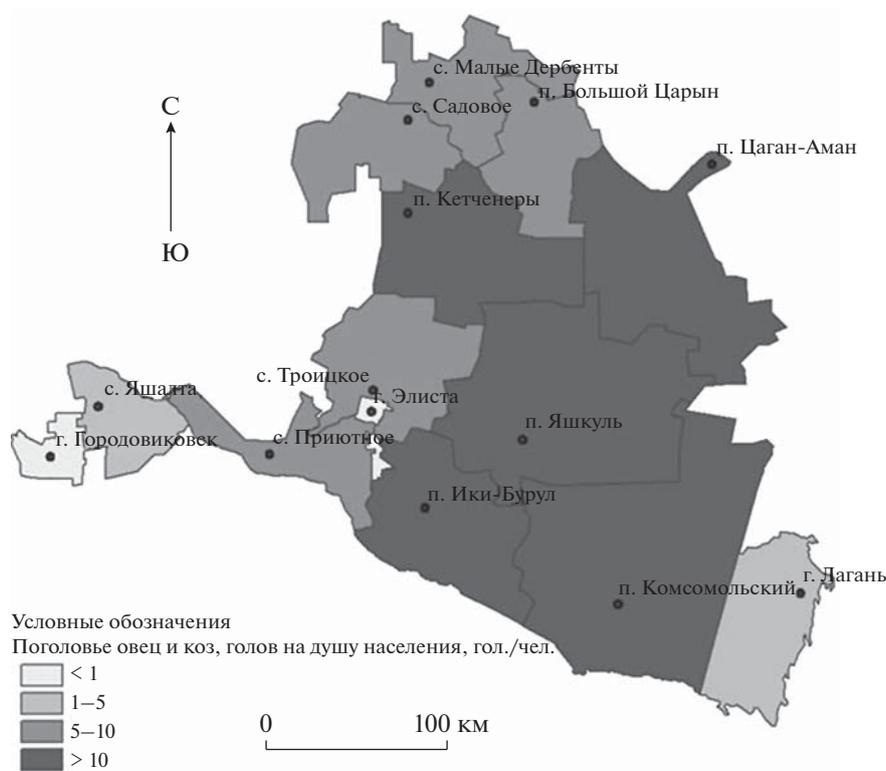


Рис. 5. Душевое поголовье овец и коз по РМО Калмыкии.

Fig. 5. Sheep and goat stock per capita by the districts of Kalmykia.

Сводные показатели населения и сельского хозяйства по каждому экономическому району представлены в табл. 2.

Западный район в физико-географическом отношении находится на стыке Ергенинской возвышенности, Кумо-Манычской впадины и Ставропольской возвышенности. Это зона наиболее мягкого климата и плодородных почв в Калмыкии. Ближайшие региональные центры – Ростов-на-Дону и Ставрополь. Между Элистой и Ставрополем также есть железнодорожное сообщение. В среднем Западный и Южный районы наиболее приближены к соседним региональным центрам (табл. 3).

Центрально-Восточный район связан с Прикаспийской низменностью. Это, напротив, зона наиболее континентального климата в Калмыкии с минимальным количеством осадков и процессами опустынивания, а также несколько более удаленная от экономико-географических центров региона, ближайший из которых после Элисты – Астрахань.

Юго-Восточный район связан с побережьем Каспийского моря, что определяет его хозяйственные особенности. Одна из них – наличие нефтедобывающих производств на территории района. Ближайшие региональные центры – Астрахань, до которой от Лагани существенно ближе, чем до Элисты, а также Махачкала, расстояние до которой примерно такое же, как до столицы Калмыкии. При этом, Лагань связана с Астраханью и Махачкалой железнодорожным сообщением.

Таблица 1. Натуральные показатели сельскохозяйственной специализации по РМО Калмыкии [7]. Пояснения в тексте**Table 1.** Natural indicators of agricultural specialty by the districts of Kalmykia [7]. Explanations are at the text

РМО	Доля РМО, %				Показатель специализации			
	Сбор зерновых	Поголовье КРС	Поголовье овец и коз	Численность населения	Растениеводческий (зерновые)	КРС	Овцы и козы	Средний животноводческий
Всего Калмыкия	100.0	100.0	100.0	100.0	1.0	1.0	1.0	1.0
г. Элиста	0.6	0.7	0.4	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Городовиковское	21.0	1.0	0.1	5.8	3.6	0.2	0.0	0.1
Яшалтинское	31.0	4.4	2.1	5.8	5.3	0.8	0.4	0.6
Целинное	7.4	10.4	7.2	7.1	1.0	1.5	1.0	1.2
Приютненское	8.3	7.2	5.0	4.0	2.1	1.8	1.3	1.5
Лаганское	0.0	2.9	4.0	6.8	0.0	0.4	0.6	0.5
Сарпинское	11.0	5.9	5.2	4.6	2.4	1.3	1.1	1.2
Малодербетовское	2.2	8.1	2.5	3.6	0.6	2.2	0.7	1.5
Октябрьское	5.5	6.7	2.3	3.2	1.7	2.1	0.7	1.4
Ики-Бурульское	12.4	11.6	8.5	3.9	3.2	3.0	2.2	2.6
Кетченеровское	0.4	12.2	8.1	3.5	0.1	3.5	2.3	2.9
Яшкульское	0.0	12.7	23.0	5.3	0.0	2.4	4.4	3.4
Юстинское	0.0	7.9	10.5	3.6	0.0	2.2	2.9	2.5
Черноземельское	0.1	8.3	21.1	4.5	0.0	1.8	4.7	3.2

Северный район – часть Калмыкии между низовьями Волги и Дона. Это область сравнительного мягкого для Калмыкии климата. Ближайший центр – Волгоград, до которого существенно ближе, чем до Элисты.

Южный экономико-географический район связан с южной частью Ергенинской возвышенности и ее стыком с Кумо-Манычской впадиной. Удален от экономико-географических центров.

Экономико-географические районы Калмыкии различаются уровнем урбанизации, средней людностью населенных пунктов, плотностью дорожной сети. Статус города в Калмыкии имеют три населенных пункта: Элиста, Городовиковск и Лагань. Первые два расположены в Западном районе, третий – в Юго-Восточном. Кроме того, в Западном районе (Целинное РМО) расположено село Троицкое, где численность населения выше, чем в Городовиковске, хотя оно не имеет статуса города.

В целом, Западный район отличается наибольшей людностью населенных пунктов, наименьшим расстоянием между ними, наибольшей плотностью дорожной сети, наименьшими расстояниями до крупнейших городов региона. Центральное-Восточный район, напротив, характеризуется наименьшей людностью, наибольшими расстояниями, наименее плотной в Калмыкии дорожной сетью. Остальные экономико-географические районы занимают по ряду этих показателей промежуточное положение между Западным и Центральное-Восточным районами.

Кроме того, исходя из расстояний и транспортной сети, некоторые районы теснее связаны с соседними региональными центрами, чем со столицей Калмыкии Элистой:



Рис. 6. Экономико-географическое микрорайонирование Калмыкии.

Fig. 6. Economy-geographical subdivision of Kalmykia.

Северный район в большей степени – с Волгоградом, Юго-Восточный – с Астраханью и Махачкалой. В свою очередь, Западный район ближе к Ростову-на-Дону и Ставрополю, чем к Лагани.

Таблица 2. Сводные показатели населения и сельского хозяйства экономико-географических районов Калмыкии [7]

Table 2. Aggregate indicators of population and agriculture of economy-geographical micro-regions of Kalmykia [7]

Показатели	Экономико-географические районы				
	Западный	Центрально-Восточный	Юго-Восточный	Северный	Южный
Площадь, тыс. км ²	12.0	40.5	4.7	11.1	6.4
Население (2016), тыс. чел.	170.9	47.0	18.5	30.8	10.5
Средняя плотность населения (чел./км ²)	62.5 *	1.2	3.9	2.8	1.6
Натуральный показатель растениеводческой специализации	3.0*	0.0	0.0	1.6	3.2
Натуральный показатель животноводческой специализации	0.8*	3.1	0.5	1.4	2.6

* Без Элисты.

Таблица 3. Показатели экономико-географических районов Калмыкии [7]
Table 3. Specific indicators of economy-geographical micro-regions of Kalmykia [7]

Показатели	Экономико-географические районы				
	Западный	Центрально-Восточный	Юго-Восточный	Северный	Южный
Уровень урбанизации, %	69	0	72	0	0
Средняя людность населенных пунктов, чел.	710*	506	1043**	791	377
Среднее расстояние между населенными пунктами, км	11.7	20.9	30.7	16.9	15.1
Плотность железнодорожной сети, м/км ² ****	6	3	16	0	0
Плотность автодорожной сети, м/км ²	80	33	56	53	52
Среднее расстояние (по прямой) до ближайших региональных центров (км)***					
Ростов-на-Дону	293	468	619	393	407
Волгоград	297	261	426	101	320
Ставрополь	177	347	422	383	226
Астрахань	368	214	118	292	267
Махачкала	497	431	268	579	389
Элиста	102	151	258	181	61
Среднее	289	312	352	321	278

* Без Элисты, ** без Лагани, *** среднее расстояние от административных центров данного экономико-географического района до данного города; **** расчет на основе данных в [21].

Районы существенно различаются возможностью сельскохозяйственного использования территории: происходит сужение спектра от многостороннего к одностороннему использованию [17] от Западного, Северного и Южного к Центрально-Восточному и Юго-Восточному районам.

Обращает на себя внимание сходство экономико-географической дифференциации Калмыкии с территориальной структурой России – в некотором смысле, с точки зрения географического положения и окружения, плотности населения, комплекса природных и хозяйственных условий, Западный район Калмыкии можно соотнести с Европейской частью России, Центрально-Восточный – с Сибирью, Юго-Восточный – с Дальним Востоком. Это может представлять определенный интерес в дальнейшем при выработке и реализации стратегий развития страны и регионов, поскольку Калмыкию, до некоторой степени, можно рассматривать как “уменьшенную модель” России в целом.

Применительно к предпосылкам и перспективам использования ВИЭ также можно выделить территории более или менее многостороннего использования – прежде всего, эти различия касаются Западного и Центрально-Восточного районов.

Территория с максимальными скоростями ветра [17], сравнительно высокими значениями солнечной радиации [21] и, в то же время, высокой плотностью потребителей и развитой инфраструктурой – Западный район, а также прикаспийская часть Юго-Восточного района. На данных территориях возможно создание крупномасштабных генерирующих мощностей на основе ВИЭ, включая ветропарки и крупные солнечные электростанции.

Предпосылки для развития малой автономной энергетики, учитывая как природный потенциал ВИЭ, так и характер расселения и инфраструктуры Калмыкии, име-

ются повсеместно, включая и Западный район. В то же время, территории, где такая энергетика может быть наиболее востребована – Южный и Центрально-Восточный районы Калмыкии. Однако детальное рассмотрение этих вопросов выходит за рамки настоящей работы.

ВЫВОДЫ

1. Калмыкия может быть разделена на пять экономико-географических районов: Западный, Центрально-Восточный, Юго-Восточный, Северный и Южный на основе различий по ряду количественных экономико-географических характеристик, связанных с плотностью и расселением населения, сельскохозяйственной специализацией, развитием транспортной инфраструктуры, положением относительно региональных экономических центров.

2. Ключевыми являются различия между двумя самыми крупными районами – Западным и Центрально-Восточным. Западный район отличается наибольшей плотностью сельского населения и преобладанием растениеводства в сельском хозяйстве, а также наиболее высоким уровнем урбанизации и наиболее развитой дорожной сетью. Центрально-Восточный район, напротив, выделяется минимальной в Калмыкии плотностью населения, отсутствием городских населенных пунктов, доминированием в сельском хозяйстве животноводства при почти полном отсутствии растениеводства. Остальные экономико-географические районы имеют свои особенности и по ряду параметров занимают промежуточное положение между Западом и Центром.

3. С точки зрения перспектив развития энергетики на основе ВИЭ комплекс физико-географических и экономико-географических факторов создает в Западном районе и на прибрежных территориях Юго-Восточного района наилучшие предпосылки для строительства крупных генерирующих объектов, включая ветропарки и солнечные станции. В свою очередь, в Южном и Центрально-Восточном районах наиболее востребована малая автономная энергетика на основе ВИЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бананова В.А.* Антропогенное опустынивание аридных территорий Калмыцкой АССР: карта. Новочеркасск: ЮФ ВИСХАГИ, 1989; *Бананова В.А., Лазарева В.Г.* Тенденции изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в Республике Калмыкия // *Арид. экосистемы.* 2014. Т. 20. № 2(59). С. 87–96.
2. *Борликов Г.М., Лачко О.А., Бакинова Т.И.* Экология. Природопользование аридных территорий. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 84 с.
3. ГИС ВИЭ, база данных [электронный ресурс] URL: <http://gisre.ru/database/db-sun>; дата обращения 26.01.2020.
4. *Дегтярев К.С.* Геоэкологический аспект развития энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия // *Проблемы региональной экологии.* 2018. № 4. С. 54–58.
5. *Дегтярев К.С.* Калмыкия – “Европейская Монголия” и “Россия в миниатюре” // Доклад на семинаре “Культурный ландшафт” секции культурной географии Московского отделения Русского географического общества. Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 16.03.2016. [электронный ресурс] // URL: <https://istina.msu.ru/conferences/presentations/19110802/>; дата обращения 29.01.2020.
6. *Дегтярев К.С.* Потенциал возобновляемых источников энергии в Республике Калмыкия // *Вестник Московского университета. Серия 5: География.* 2019. № 1. С. 75–82.
7. *Дегтярев К.С.* Потенциал, территориальная организация и развитие энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия // *Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.24 – экономическая, социальная, политическая и рекреационная география.* Москва: Институт географии РАН, 2019.
8. *Дегтярев К.С.* Социально-экономические и экономико-географические аспекты развития малой автономной энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия // *Промышленная энергетика.* 2015. № 6. С. 57–61.
9. *Дегтярев К., Манджиева Т., Сангаджиев М., Намысова А.* Социальная специфика Калмыкии и ее современное состояние // *Международная научно-практическая конференция*

- “Безопасность в образовательных и социоприродных системах”, Элиста, Калм. гос. ун-т, 16–17 мая 2014 г. 2014. С. 193–201.
10. *Каганский В.Л.* Основные практики и парадигмы районирования // Региональные исследования. 2003. № 1(2). С. 17–27.
 11. *Лейзерович Е.Е.* Об основных экономических районах (макрорайонах) России // Региональные исследования. 2014. № 3(45). С. 4–11.
 12. *Лейзерович Е.Е.* Сетка экономических микрорайонов России. Вариант 2008 года // Региональные исследования. 2010. № 4(30). С. 14–27.
 13. *Малунова Е.Б.* Экономико-географические аспекты формирования уровня жизни населения аграрного региона периферийного типа (на материалах Республики Калмыкия) // Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Ростов-на-Дону, 2007.
 14. *Малунова Е.Б.* Экономико-географические условия и предпосылки формирования уровня жизни населения Республики Калмыкия // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Спецвыпуск. 2007. С. 40–42.
 15. Национальный атлас РФ, Т. 2. “Природа. Экология” [электронный ресурс] URL: <http://xn--80aaaa1bhncclcc1cl5c4ep.xn--p1ai/cd2/territory.html> – дата обращения 29.01.2020.
 16. *Очирова Н.Г., Омакаева Э.У., Ташикова Л.Н., Богун Н.М., Санджиева А.Г., Намруева Л.В., Курепина Н.Л., Розен Л.В.* Традиционное природопользование и степные экосистемы Калмыкии. Элиста: АОз НПП “Джангар”, 2006. 112 с.
 17. *Ракитников А.Н.* География сельского хозяйства. М.: Мысль, 1970.
 18. *Родман Б.Б.* Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
 19. *Сангаджиев М.М.* Край миражей: очаги опустынивания в Яшкульском районе Республике Калмыкия / М.М. Сангаджиев, Л.И. Хохлова, В.В. Сератирова, В.А. Онкаев. Глобальный научный потенциал. СПб. : ТМБпринт, 2014. № 6(39). С. 115–120.
 20. Справочник по климату СССР. Вып. 13, ч. III. Л.: Гидрометеиздат, 1990.
 21. Статистические ежегодники “Калмыкия в цифрах”, 2014–2018 гг. Федеральная служба государственной статистики. Управление Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области и Республике Калмыкия. Элиста, 2014–2018.
 22. Схема территориального планирования Республики Калмыкия // Общество с ограниченной ответственностью “Научно-проектная организация “Южный градостроительный центр”, Ростов-на-Дону, 2008. [Электронный ресурс] // URL: <http://pandia.ru/text/77/306/15537.php>, <http://mirznani.com/a/290065/skhema-territorialnogo-planirovaniya-respubliki-kalmykiya>; дата обращения 06.12.2019.
 23. Управление Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области и Республике Калмыкия [электронный ресурс] URL: http://astrastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/astrastat/ru/statistics/kalmStat/; дата обращения 25.12.2019.
 24. *Шувалов В.Е.* Районирование в российской социально-экономической географии: современное состояние и направления развития // Региональные исследования. 2015. № 3(49). С. 19–29.
 25. *Эрдниева О.В.* Ландшафтное районирование Калмыкии // Материалы IV Международного симпозиума “Степи Северной Евразии”. Оренбург: ИПК “Газпромпечат”, 2006. С. 804–807.

Economy-geographical Subdivision of Kalmykia

K. S. Degtyarev*

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**e-mail: kir1111@rambler.ru*

Economy-geographical heterogeneity of the Republic of Kalmykia (South of the European Russia) is analyzed. Author divides it into economy-geographical micro-regions using the characteristics: population density and its character of settling, agricultural specialization, transport infrastructure development, location relative to the regional economic centers. The work presents an economy-geographical micro-zoning of Kalmykia on the base of ontological paradigm and better detailed local aspects comparatively with the preceding studies. The goal of the work is connected with socio-economy development of Kalmykia, particularly, prospects of renewable energy use that are different dependently on natural and economic conditions. The meso-region of Kalmykia is divided into five micro-regions: Western, Central-Eastern, South-Eastern, Northern, and Southern. The greatest differences are between Western and Central-Eastern micro-regions. The Western micro-region has the

highest density of population, urbanization, and plant-growing economic specialization. The Central-Eastern micro-region has minimal population density, no large settlements and focuses on cattle breeding.

Keywords: South of Russia, Kalmykia, economy-geographical subdivision, agriculture, population, renewable energy sources

REFERENCES

1. Bananova V.A. Antropogennoe opusty'nivanie aridny'x territorij Kalmy'czkoj ASSR: karta. Novocherkassk: YuF VISXAGI, 1989; Bananova V.A., Lazareva V.G. Tendencii izmeneniya botanicheskogo raznoobraziya pod vliyaniem opusty'nivaniya v Respublike Kalmy'kiya // *Arid. e'kosistemy'*. 2014. T. 20. № 2(59). S. 87–96.
2. Borlikov G.M., Lachko O.A., Bakinova T.I. E'kologiya. Prirodopol'zovanie aridny'x territorij. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNCz VSh, 2000. 84 s.
3. GIS VIE', baza danny'x [e'lektronny'j resurs] URL: <http://gisre.ru/database/db-sun/>; data obrashheniya 26.01.2020.
4. Degtyarev K.S. Geoe'kologicheskij aspekt razvitiya e'nergetiki na vozobnovlyaemy'x istochnikax v Respublike Kalmy'kiya // *Problemy' regional'noj e'kologii*. 2018. № 4. S. 54–58.
5. Degtyaryov K.C. Kalmy'kiya – “Evropejskaya Mongoliya” i “Rossiya v miniatyure” // *Doklad na seminare “Kul'turny'j landshaft” sekcii kul'turnoj geografii Moskovskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshhestva. Geograficheskij fakul'tet MGU im. M.V. Lomonosova*, 16.03.2016. [e'lektronny'j resurs] // URL: <https://istina.msu.ru/conferences/presentations/19110802/>; data obrashheniya 29.01.2020.
6. Degtyarev K.S. Potencial vozobnovlyaemy'x istochnikov e'nergii v Respublike Kalmy'kiya // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya*. 2019. № 1. S. 75–82.
7. Degtyarev K.S. Potencial, territorial'naya organizaciya i razvitie e'nergetiki na vozobnovlyaemy'x istochnikax v Respublike Kalmy'kiya // *Dissertaciya na soiskanie uchyonoj stepeni kandidata geograficheskix nauk po special'nosti 25.00.24 – e'konomicheskaya, social'naya, politicheskaya i rekreacionnaya geografiya*. Moskva: Institut geografii RAN, 2019.
8. Degtyarev K.S. Social'no-e'konomicheskie i e'konomiko-geograficheskie aspekty' razvitiya maloj avtonomnoj e'nergetiki na vozobnovlyaemy'x istochnikax v Respublike Kalmy'kiya // *Promy'shlennaya e'nergetika*. 2015. № 6. S. 57–61.
9. Degtyarev K., Mandzhieva T., Sangadzhiev M., Namy'sova A. Social'naya specifika Kalmy'kii i eyo sovremennoe sostoyanie // *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Bezopasnost' v obrazovatel'ny'x i socioprirodny'x sistemax”*, E'lista, Kalm. gos. un-t, 16–17 maya 2014 g. 2014. S. 193–201.
10. Kaganskij V.L. Osnovny'e praktiki i paradigmy' rajonirovaniya // *Regional'ny'e issledovaniya*. 2003. № 1 (2). S. 17–27.
11. Lejzerovich E.E. Ob osnovny'x e'konomicheskix rajonax (makrorajonax) Rossii // *Regional'ny'e issledovaniya*. 2014. № 3(45). S. 4–11.
12. Lejzerovich E.E. Setka e'konomicheskix mikrorajonov Rossii. Variant 2008 goda // *Regional'ny'e issledovaniya*. 2010. № 4(30). S. 14–27.
13. Malunova E.B. E'konomiko-geograficheskie aspekty' formirovaniya urovnya zhizni naseleniya agrarnogo regiona periferijnogo tipa (na materialax Respubliki Kalmy'kiya) // *Dissertaciya na soiskanie uchyonoj stepeni kandidata geograficheskix nauk*. Rostov-na-Donu, 2007.
14. Malunova E.B. E'konomiko-geograficheskie usloviya i predposylki formirovaniya urovnya zhizni naseleniya Respubliki Kalmy'kiya // *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvenny'e nauki. Speczvy'pusk*. 2007. S. 40–42.
15. Nacional'ny'j atlas RF. T. 2. “Priroda. E'kologiya” [e'lektronny'j resurs] URL: <http://xn--80aaaa1bhnc1cc1c15c4ep.xn--p1ai/cd2/territory.html> – data obrashheniya 29.01.2020.
16. Ochirova N.G., Omakaeva E.U., Tashnikova L.N., Bogun N.M., Sandzhieva A.G., Namrueva L.V., Kurepina N.L., Rozen L.V. Tradicionnoe prirodopol'zovanie i stepny'e e'kosistemy' Kalmy'kii. E'lista: AOz NPP “Dzhangar”, 2006. 112 s.
17. Rakitnikov A.N. Geografiya sel'skogo xozyajstva. M.: My'sl', 1970.
18. Rodoman B.B. Territorial'ny'e arealy' i seti. Oчерki teoreticheskoy geografii. Smolensk: Ojkumena, 1999. 256 s.
19. Sangadzhiev M.M. Kraj mirazhej: ochagi opusty'nivaniya v Yashkul'skom rajone Respublike Kalmy'kiya / M.M. Sangadzhiev, L.I. Xoxlova, V.V. Seratirova, V.A. Onkaev. Global'ny'j nauchny'j potencial. SPb.: TMBprint, 2014. № 6(39). S. 115–120.
20. Spravochnik po klimatu SSSR. Vy'p. 13, ch. III. L.: Gidrometeoizdat, 1990.
21. Statisticheskie ezhegodniki “Kalmy'kiya v cifrax”, 2014–2018 gg. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Upravlenie Federal'noj sluzhby' gosudarstvennoj statistiki po Astraxanskoj oblasti i Respublike Kalmy'kiya. E'lista, 2014–2018.

22. Sxema territorial'nogo planirovaniya Respubliki Kalmy'kiya // Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Nauchno-proektnaya organizaciya "Yuzhny'j gradostroitel'ny'j centr", Rostov-na-Donu, 2008. [E'lektronny'j resurs] // URL: <http://pandia.ru/text/77/306/15537.php>, <http://mirznanii.com/a/290065/skhema-territorialnogo-planirovaniya-respubliki-kalmykiya>; data obrashheniya 06.12.2019.
23. Upravlenie Federal'noj sluzhby' gosudarstvennoj statistiki po Astraxanskoj oblasti i Respublike Kalmy'kiya [e'lektronny'j resurs] URL: http://astrastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/astrastat/ru/statistics/kalmStat/; data obrashheniya 25.12.2019.
24. Shuvalov V.E. Rajonirovanie v rossijskoj social'no-e'konomicheskoj geografii: sovremennoe sostoyanie i napravleniya razvitiya // Regional'ny'e issledovaniya. 2015. № 3(49). S. 19–29.
25. E'rdniev O.V. Landshaftnoe rajonirovanie Kalmy'kii // Materialy' IV Mezhdunarodnogo simpoziuma "Stepi Severnoj Evrazii". Orenburg: IPK "Gazprompechat", 2006. S. 804–807.

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)**

© 2020 г. В. Н. Бевз^{a, *}, А. С. Горбунов^{a, **}, В. А. Карavaев^{b, ***}

^a Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

^b Институт географии РАН, Москва, Россия

*E-mail: snark61@mail.ru

**E-mail: gorbunov.ol@mail.ru

***E-mail: karavaev@igras.ru

Поступила в редакцию 16.02.2020 г.

После доработки 27.02.2020 г.

Принята к публикации 01.03.2020 г.

На примере Воронежской области рассматриваются методические аспекты анализа оползневой опасности, включающего в себя идентификацию, картографирование и типологию оползней, выявление условий развития оползневых процессов, а также определение общих характеристик их опасности. Для региона выделены и закартографированы более 1700 оползней, составлена специализированная геоинформационная система. Ее совместное использование с цифровой моделью рельефа позволило определить общие закономерности пространственного распространения форм рельефа, уточнить ряд параметров их морфометрии и территориальной организации. Акцентировано внимание на поэтапном подходе к оценке оползневой опасности и выделении генетических типов оползней, отличающихся в структурном, функциональном и динамическом отношениях. Составлена карта уровней оползневой опасности ландшафтов Воронежской области, основанная на сопряженном анализе плотности оползневых форм рельефа и распространении склоновых геосистем. Она позволила выделить регионы с низкой, средней и высокой степенью оползневой опасности.

Ключевые слова: оползневые процессы, генетические типы оползней, геоэкологическое картографирование, оценка оползневой опасности

DOI: 10.31857/S0869607120010024

ВВЕДЕНИЕ

Многие экзогенные процессы (эрозионные, карстовые, оползневые, суффозионные и др.) негативно воздействуют на природную среду и приносят значительный экономический, социальный и экологический ущерб. Представленное исследование посвящено оползням Воронежской области. Актуальность регионального анализа оползневой опасности обусловлена необходимостью получения научно обоснованной информации, которая в последующем может быть использована для целей территориального планирования: разработки мероприятий по снижению вероятности развития оползневых процессов, проведения государственной экологической экспертизы при утверждении технико-экономического обоснования проектов, формирования программ развития регионов различного уровня.

ТЕРРИТОРИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение оползневых процессов и явлений на территории Воронежской области было начато еще в конце XIX века И.Ф. Леваковским [6] и В. Масальским [7]. В дальнейшем анализ оползней был продолжен В.Д. Ласкаревым [5], А.А. Дубянским [4], К.С. Оводовым [8], Г.И. Раскатовым [11], В.Н. Бевзом [1], А.И. Трегубом, Н.А. Корабельниковым, Б.В. Глушковым [12] и другими.

Территория Воронежской области геоморфологически неоднородна и включает в себя пластово-денудационные Среднерусскую и Калачскую возвышенности, а также пластово-аккумулятивную Окско-Донскую низменную равнину, отличающиеся спецификой природных условий образования оползневых комплексов.

Среднерусская и Калачская возвышенности располагаются в пределах крупной неотектонической структуры штампового типа – Среднерусского поднятия, включающего более мелкие поднятия: Касторенское, Шаталовское, Острогжское, Калачское и др. Для возвышенностей характерно наличие эпицентров землетрясений (5-балльные землетрясения 1825 и 1832 гг. вблизи г. Павловска, инструментально зафиксированное в 2000 г. “Никольское” землетрясение и др.), в основном приуроченных к восточному ограничению Лосевской шовной зоны и отрицательным аномалиям градиента силы тяжести, в пределах которых наблюдается разуплотнение горных пород. Формированию оползней также способствует широкое распространение глубоковрезанных (до 25–50 м) овражно-балочных систем, относящихся к 4-му этапу эрозионно-аккумулятивного цикла, и наличие обводненных глин верхнего девона, киевского яруса палеогена, моренных глин и суглинков, выступающих в качестве основных деформирующихся горизонтов.

Окско-Донская низменность – территория преобладающих неотектонических опусканий и слабой денудации. На их фоне выделяются неотектонические поднятия (Щукавкинское, Рождественское и др.), в пределах которых существенна роль эрозии. Характерна низкая степень вертикального и горизонтального расчленения, простота строения зоны морфогенеза. В основном деформируются моренные глины, служащие водоупором, и суглинки.

При некоторых территориальных различиях температурного режима и количества атмосферных осадков коэффициент увлажнения на территории Воронежской области близок к 1, что, способствует активному протеканию всех физико-географических процессов, в том числе оползневых. Устойчивость к ним склонов изменяется по сезонам.

В качестве основных методов исследования были выбраны:

- классификационный метод, в основу которого положен учет способа происхождения оползней, что позволило выделить доминирующие в пределах региона типы;
- метод полевой диагностики оползневых комплексов, основанный на их идентификации с использованием качественных и количественных признаков;
- методы геоинформационного картографирования и моделирования, положенные в основу создания карт распространения оползней;
- метод сопряженного анализа, позволивший совместить результаты картографирования оползневой ситуации с характеристиками рельефа дневной поверхности (крутизна, экспозиция, форма склонов, перепады высот и др.), следствием чего стало выявление типов природной среды, благоприятствующих развитию оползней.

ЭТАПЫ АНАЛИЗА ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ

Сущность оползневой опасности заключается в возможности возникновения обстоятельств, при которых оползневые процессы и явления способны наносить вред здоровью человека, ущерб природной среде и социально-экономической инфраструктуре. Анализ оползневой опасности понимается как многоступенчатый процесс, включающий идентификацию опасности, ее характеристику, оценку опасности, т.е.

вероятности проявления оползневых процессов. В настоящее время данный алгоритм продолжает разрабатываться [3, 9, 13]. Поэтому процедура исследований на каждом из перечисленных ниже этапов представляет собой самостоятельную проблему, требующую конкретизации и уточнения.

Этап выявления, картографирования оползней и создания геоинформационной системы

На территории Воронежской области выявлено 1704 оползня, что позволило создать картографическую модель их распространения (рис. 1). Она послужила основой специализированной геоинформационной системы, которая в дальнейшем может и должна пополняться данными многолетнего мониторинга, использоваться для моделирования оползневой опасности и рисков, создания соответствующих прогнозов. Учет и картографирование оползней дают возможность определить масштабы проявления данного явления. Общая площадь выявленных и зафиксированных на карте оползневых комплексов составляет в настоящее время свыше 62 км² (0.12% от общей площади области). При этом оползни имеют различные площади (от 0.7 до 49.6 га) и интенсивность проявления, вплоть до катастрофических оползней-обвалов (Сторожевской, Белогорский). Проведенная на региональном уровне инвентаризация служит предварительной оценкой характеристик опасностей.

Одним из ключевых в алгоритме анализа оползневой опасности является *этап типологии оползней*. Как и предыдущий этап, он служит для предварительной оценки оползневой опасности посредством изучения структуры оползней различного типа. Для этих целей целесообразно использование классификации по генетическому признаку, т.е. ведущему фактору образования оползней [1]. Выделение гидрогеологических, сейсмогенных, гидрогенных, климатогенных и полигенных оползней позволяет применять индивидуальный подход для установления опасности и риска проявления той или иной их категории, управления оползнями, а также противооползневой организации территории; распознавать каждый из генетических типов оползней в соответствии со спецификой их морфологической структуры, функционирования и динамики. Так, оползни *гидрогеологического типа* образуются при увеличении гидростатического и гидродинамического давления, связанного с изменением уровня грунтовых вод, вызванного увеличением количества атмосферных осадков, быстрым снеготаянием, подпорными явлениями прудов и водохранилищ, а также пополнением запасов грунтовых вод в результате хозяйственной деятельности. Как правило, это движущиеся (активные), детрузивные оползни цирковидной формы, захватывающие не смежавшиеся ранее породы. Сложный микрорельеф приводит к дифференциации условий увлажнения на оползневом теле и формированию мозаичного почвенно-растительного покрова. В их морфологической структуре значительная роль принадлежит гидроморфным комплексам, в том числе “висячим” болотам. Для гидрогеологических оползней также характерны длительный (десяtkи и сотни лет) эволюционный путь развития, многократно повторяющиеся циклы, четкая ритмичность процесса. Оползни активизируются в весенний период во время снеготаяния, а также осенью, что связано с колебанием уровня грунтовых вод после затяжных дождей. При подмыве основания склонов постоянными или временными водотоками, а также абразии берегов водохранилищ формируются оползни *гидрогенного типа*. Их морфологическая структура складывается в условиях тесного взаимодействия склоновой и флювиальной геосистем. Это деляпсивные, приуроченные к нижней части склонов оползни, которые отличаются фронтальной формой. Такая форма связана с горизонтальным перемещением базиса эрозии; значительной по крутизне (до 90°) и высоте (до 30–40 м) стенкой срыва; ступенчатым характером тела оползня, высоким динамизмом, обусловленным деятельностью водного потока, размывающего и уносящего оползневые массы. Именно гидрогеологические и гидрогенные оползни, представляющие наибольшую

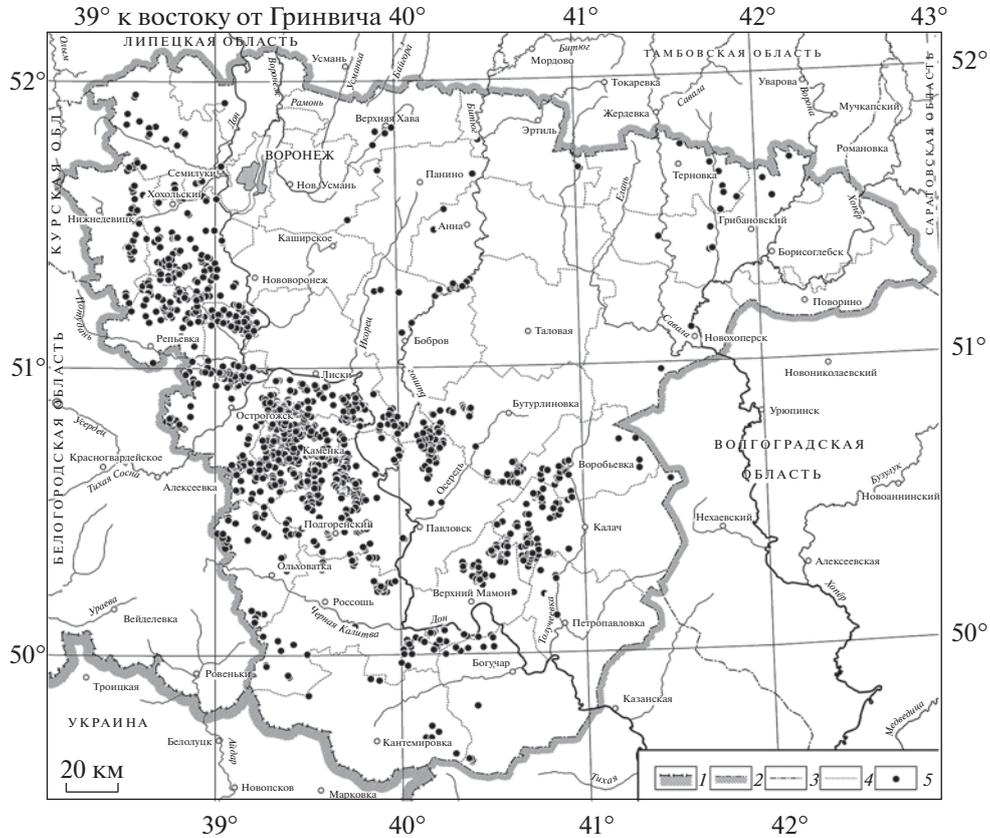


Рис. 1. Распространение оползней на территории Воронежской области: 1 – границы Российской Федерации; 2 – границы Воронежской области; 3 – границы административных областей; 4 – границы муниципальных районов; 5 – оползневые формы рельефа.

Fig. 1. The spread of landslides in the Voronezh region: 1 – borders of the Russian Federation; 2 – borders of the Voronezh region; 3 – borders of the administrative regions; 4 – borders of the municipal regions; 5 – landslide landforms.

опасность в силу широкого распространения, значительных для равнинных территорий масштабов, повторяемости и продолжительности проявления процесса, нашли, в основном, отражение на рис. 1. Сейсмогенные оползни представлены единично, а климатогенные, в силу своей специфики, как правило, не представляют значительной опасности для природно-хозяйственных территориальных систем.

Этап определения общих характеристик оползневой опасности

К таким характеристикам, прежде всего, следует отнести закономерности пространственного распространения оползней. Проведенный анализ свидетельствует о том, что оползни расположены неравномерно. Подавляющая их часть закономерно приурочена к Среднерусской возвышенности (1294 оползня общей площадью 44.7 км²), на Калачской возвышенности выявлено 354 оползня (17.1 км²), значительно меньшее количество относится к территории Окско-Донской низменной равнины (56 оползней,

1.9 км²). При этом характерно формирование отдельных оползневых очагов в пределах междуречных пространств, где современная овражно-балочная сеть вскрывает сохранившиеся от размыва основные деформирующиеся горизонты на подмываемых склонах с благоприятными гидрогеологическими условиями. Такая ситуация сложилась в Острогжском, Подгоренском, Лискинском и Каменском районах области, где площадь пораженности оползнями колеблется от 670 до 1050 га. Также обращает на себя внимание зональный характер распространения оползневых явлений. В отличие от лесостепной зоны, в степной зоне их проявления единичны. Показательно в этом отношении сравнение территорий южной лесостепи и северной степи в границах Воронежской области. Доля оползневых форм рельефа в южной лесостепи в 117 раз выше, чем в степной зоне! Представляется, что зональные факторы в виде уменьшения количества атмосферных осадков, роста суммы активных температур и, в конечном счете, снижения гидротермического коэффициента в степной зоне оказывают влияние на характер увлажнения почвогрунтов, гидрогеологические условия, но не являются определяющими для развития оползневых процессов. Значительное снижение активности их здесь обусловлено в первую очередь историей формирования ландшафтов (степные районы расположены во внеледниковой части Русской равнины) и спецификой геолого-геоморфологических условий данной территории, препятствующих развитию оползневых форм рельефа: хорошей дренированностью водораздельных пространств, отсутствием моренных глинистых отложений, экранирующим эффектом палеогеновых песчаников и т.д. Наряду с пространственными закономерностями распространения оползней общие характеристики оползневой опасности должны учитывать закономерности временного проявления оползневых процессов и оценку их вероятных последствий.

Этап комплексного анализа условий развития оползневых процессов

От их всесторонней и точной оценки зависит объективность конечного результата исследований. Установлено, что на формирование оползневых форм рельефа влияют современные тектонические движения, сейсмическая активность, литологический состав горных пород, геоморфологические, гидрологические и гидрогеологические особенности, почвенно-растительные условия, специфика хозяйственной деятельности [10]. В совокупности эти условия формируют региональные *типы природной среды* с низкой устойчивостью и динамической нестабильностью склоновых геосистем. Под типом природной среды в данном случае понимается отличающаяся некоторыми характерными чертами совокупность природных условий (абиотических, биотических, социально-экономических), в которых происходит формирование оползней.

Анализ “классических” факторов образования оползней может быть подкреплен количественными (морфометрическими) показателями склоновых ландшафтов, полученных на основе анализа цифровой модели рельефа Воронежской области. Так, распределение оползней на юге Среднерусской возвышенности по отдельным высотным ступеням отличается неравномерностью. Подавляющее их количество (82.2% площади всех оползней) приурочено к абсолютным высотам 172–204 м, при этом 26.5% располагаются в метровом интервале высот 179–180 м. На Калачской возвышенности диапазон высот еще уже: более 50% оползней входит в десятиметровый интервал 171–181 м и 40% – в метровый интервал 179–180 м. Показательно относительное высотное положение оползней над тальвегами и руслами рек: на Среднерусской возвышенности 66.7% оползней располагаются на относительных высотах от 20 до 45 м, на Окско-Донской равнине 71.6% на высотах от 2 до 13 м. Наглядно проявляется и экспозиционная зависимость оползневых форм рельефа. Проведенные исследования показали, что площадь оползней на склонах южных экспозиций в 2.6 раза больше, чем на северных склонах. Можно предположить, что это связано с широким распростране-

нием структурных склонов южной экспозиции с благоприятными гидрогеологическими условиями и их меньшей облесенностью.

Этап картографирования и оценки оползневой опасности на региональном уровне предусматривает решение двух задач: во-первых, выявление регионов, в различной степени подверженных развитию оползневых процессов, и, во-вторых, определение для них качественных и количественных параметров типа природной среды. Для решения первой задачи целесообразно использование показателя плотности оползней, рассчитанного с учетом весового значения площади каждой формы рельефа [2]. С высокой долей достоверности он может быть использован для ранжирования территорий по уровню оползневой опасности. Подобный подход, когда количественная мера (частота, плотность, площадь и др.) какого-либо явления выступает главным показателем опасности его возникновения в будущем, был наглядно продемонстрирован в разных сферах жизнедеятельности (выявление лавиноопасных районов, очагов болезней, опасных участков дорог и т.д.) и, по нашему мнению, может быть использован и в случае оползневой опасности. Экспертным путем в массиве данных были определены интервалы значений плотности, соответствующие разным уровням оползневой опасности: высокий (более 30 форм на 50 км²), средний (30–10), низкий (10–1) и очень низкий (менее 1). Результаты кластеризации были совмещены с ареалом склоновых ландшафтов и получена итоговая карта уровней оползневой опасности склонов (рис. 2).

Решение второй задачи связано с определением типов природной среды, соответствующих уровням оползневой опасности территории. В частности, высокому уровню соответствуют участки остепненных склонов южных экспозиций, протяженностью 80–90 м, крутизной 7–10°, с доминирующими абсолютными высотами 170–200 м, сложенных четвертичными и палеогеновыми песчано-глинистыми отложениями с приуроченными к ним горизонтами грунтовых вод, расположенных на 20–45 м выше местных базисов эрозии, в пределах локальных неотектонических поднятий, с преобладанием оползней гидрогеологического типа. Параметры склонов со средним уровнем оползневой опасности в целом близки рассмотренному выше типу, с той лишь разницей, что здесь ослабевает роль современных тектонических движений и начинают выклиниваться основные деформирующие горизонты. Типы среды с низким и очень низким уровнем оползневой опасности отличаются значительной пестротой ландшафтных условий, которые по той или иной причине (литологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, режим тектонических движений и др.) препятствуют формированию оползней.

Анализ карты (рис. 2), в частности, показывает, что наибольшая вероятность возникновения оползней характерна для склоновых ландшафтов междуречий Тихой Сосны и Черной Калитвы, Девицы и Ведуги, Ведуги и Тихой Сосны, Битюга и Осереды.

Совокупность условий, значимых для развития оползневых процессов, и типа природной среды, соответствующего уровню высокой оползневой опасности, представляют собой основу для построения прогнозных оползневых карт других регионов лесостепной и степной зон Русской равнины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Региональный анализ оползневой опасности разделяется на 5 этапов: выявления, картографирования оползней и создания геоинформационной системы; типологии оползней; определения общих характеристик оползневой опасности и их предварительной оценки; комплексного анализа условий развития оползневых процессов; картографирования и оценки оползневой опасности.

2. По территории Воронежской области оползни распределены неравномерно — доминируют в лесостепной зоне Среднерусской и Калачской возвышенностей. При этом выделяются отдельные очаги их распространения, приуроченные к верхним зве-

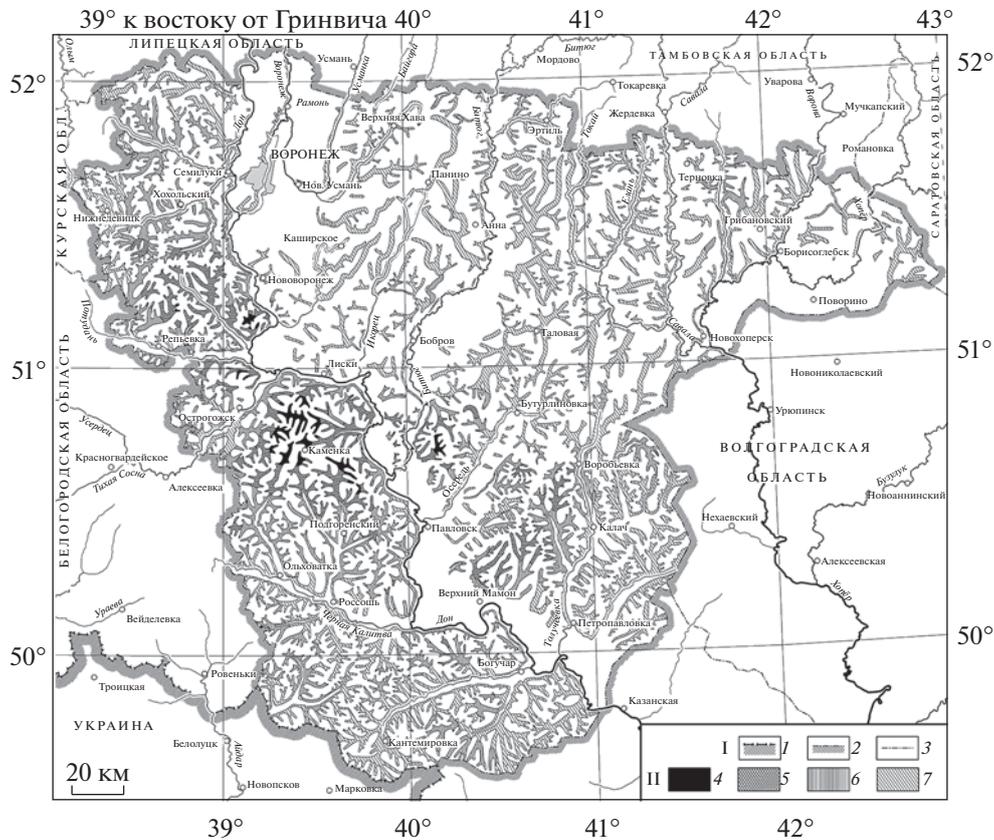


Рис. 2. Уровни оползневой опасности склоновых ландшафтов Воронежской области I – границы: 1 – Российской Федерации; 2 – Воронежской области; 3 – административных областей; 4 – муниципальных районов; II – уровни оползневой опасности: 4 – высокий; 5 – средний; 6 – низкий; 7 – очень низкий.

Fig. 2. The landslide hazard levels of the slope landscapes of the Voronezh region I – borders: 1 – of the Russian Federation; 2 – of the Voronezh region; 3 – of the administrative regions; 4 – of the municipal regions; II – landslide hazard levels: 4 – high; 5 – medium; 6 – low; 7 – very low.

ням овражно-балочной сети, выходящим на водораздельные пространства, а также коренным склонам речных долин в местах современных и давних речных подмывов.

3. На региональном уровне оценки оползневой опасности особую значимость приобретает структура генетических типов оползней. Проведенное исследование показало, что наибольшую опасность возникновения на территории области имеют оползни гидрогенного и гидрогеологенного типа.

4. Сопряженный анализ карты распространения оползней, цифровой модели рельефа, карт условий и факторов оползневой опасности позволил определить ряд морфометрических характеристик участков оползневой опасности.

5. На основании анализа карт плотности оползней, распространения склонов и типов природной среды составлена карта уровней оползневой опасности склоновых ландшафтов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект 19-45-360005 p_a) и в соответствии с Государственным заданием Института географии РАН (№ 0148-2019-0005, № ЕГИСУ НИОКТР АААА-А19-119021990091-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бевз В.Н. Особенности ландшафтно-оползневых систем среднерусской лесостепи: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Киев, 1988. 19 с.
2. Бевз В.Н., Горбунов А.С. Оценка опасности и риска развития оползневых ландшафтов // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития. Материалы XII Межд. ландшафтн. конф. Тюмень, 2017. Т. 2. С. 116–120.
3. Гулакян К.А., Кюнцель В.В., Постоев Г.П. Прогнозирование оползневых процессов. М.: Недра, 1977. 135 с.
4. Дубянский А.А. Гидрогеологические районы Воронежской области. Воронеж: Воронеж. обл. книжн. изд-во, 1935. 202 с.
5. Ласкарев В.Д. К вопросу о форме и строении склонов речных долин в Южной России. Одесса: Тип. Акц. Южно-рус. о-ва печ. дела, 1915. 12 с.
6. Леваковский И.Ф. Воды России по отношению к ее населению. Харьков: Ун-тская тип., 1890. 286 с.
7. Масальский В. Овраги черноземной полосы России, их распространение, развитие и деятельность. СПб: Тип. В. Киршбаума, 1897. 251 с.
8. Оводов К.С. Типы оползневых явлений Воронежской и смежных областей // Изв. Воронеж. отд. Геогр. об-ва СССР. 1957. Вып. 1. С. 67–71.
9. Осипов В.И., Постоев Г.П., Казеев А.И. Обоснование выбора критериев оползневой опасности в системе автоматизированного мониторинга оползневого процесса на береговых склонах р. Мзымты // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 2. С. 133–146.
10. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Простые оползни: (Аспекты классификации). Кишинев: Штиинца, 1987. 159 с.
11. Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1969. 164 с.
12. Трегуб А.И., Коробельников Н.А., Глушков Б.В. Районирование Воронежской области по условиям развития экзогенных геологических процессов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. геологическая. 1996. № 2. С. 113–125.
13. Фоменко И.К. Методология оценки и прогноза оползневой опасности: автореф. дис. докт. геол.-минер. наук. М., 2014. 40 с.

Regional Analysis of Landslide Hazard (on Example of the Voronezh Region)

V. N. Bevz^{1, *}, A. S. Gorbunov^{2, **}, and V. A. Karavaev^{2, ***}

¹Voronezh State University, Voronezh, Russia

²Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

*e-mail: snark61@mail.ru,

**e-mail: gorbunov.ol@mail.ru,

***e-mail: karavaev@igras.ru

Using the example of the Voronezh region as an old-developed flat region, methodical aspects of risk analysis are considered, including the identification, mapping and typology of landslides, identification the conditions of the landslide processes development and determination of the general characteristics of its hazard. Over 1700 landslides were revealed and mapped; a specialized geo-information system was compiled. The use of the GIS combined with the digital elevation model made it possible to determine the general regularity of spatial distribution of landslides, to clarify some parameters of its morphometry and territorial organization. Attention is focused on step-by-step approach to the assessment of landslide hazard and the identification of genetic types of landslides, which differ in structural, functional and dynamic features. The map of the landslide hazard levels of the landscapes of the Voronezh region has been compiled; it is based on a joint analysis of the density of landslide

and the distribution of slope landscapes. The map made possible to identify regions with a low, medium and high degree of landslide hazard.

Keywords: landslide processes, genetic types of landslides, geo-ecological mapping, landslide hazard assessment

REFERENCES

1. Bezv V.N. Osobennosti landshaftno-opolznevy'x sistem srednerusskoj lesostepi: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Kiev, 1988. 19 s.
2. Bezv V.N., Gorbunov A.S. Ocenka opasnosti i riska razvitiya opolznevy'x landshaftov // Landshaftovedenie: teoriya, metody', landshaftno-e'kologicheskoe obespechenie prirodoopol'zovaniya i ustojchivogo razvitiya. Materialy' XII Mezhd. landshaftn. konf. Tyumen', 2017. T. 2. S. 116–120.
3. Gulakyan K.A., Kyuntcel' V.V., Postoev G.P. Prognozirovanie opolznevy'x processov. M.: Nedra, 1977. 135 s.
4. Dubyanskij A.A. Gidrogeologicheskie rajony' Voronezhskoj oblasti. Voronezh: Voronezh. obl. knizhn. izd-vo, 1935. 202 s.
5. Laskarev V.D. K voprosu o forme i stroenii sklonov rechny'x dolin v Yuzhnoj Rossii. Odessa: Tip. Akcz. Yuzhno-rus. o-va pech. dela, 1915. 12 s.
6. Levakovskij I.F. Vody' Rossii po otnosheniyu k ee naseleniyu. Xar'kov: Un-tskaya tip., 1890. 286 s.
7. Masal'skij V. Ovragei chernozemnoj polosy' Rossii, ix rasprostranenie, razvitie i deyatel'nost'. SPb: Tip. V. Kirshbauma, 1897. 251 s.
8. Ovodov K.S. Tipy' opolznevy'x yavlenij Voronezhskoj i smezhny'x oblastej // Izv. Voronezh. otd. Geogr. ob-va CSSR. 1957. Vy'p. 1. S. 67–71.
9. Osipov V.I., Postoev G.P., Kazeev A.I. Obosnovanie vy'bora kriteriev opolznevoj opasnosti v sisteme avtomatizirovannogo monitoringa opolzneвого processa na beregovy'x sklonax r. Mzy'mty' // Geoe'kologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya. 2015. № 2. S. 133–146.
10. Petrov N.F. Opolznevy'e sistemy'. Prosty'e opolzni: (Aspekty' klassifikacii). Kishinev: Shtiincza, 1987. 159 s.
11. Raskatov G.I. Geomorfologiya i neotektonika Voronezhskoj anteklizy'. Voronezh: Izd-vo VGU, 1969. 164 s.
12. Tregub A.I., Korabel'nikov N.A., Glushkov B.V. Rajonirovanie Voronezhskoj oblasti po usloviyam razvitiya e'kzogenny'x geologicheskix processov // Vestn. Voronezh. gos. un-ta. Ser. geologicheskaya. 1996. № 2. S. 113–125.
13. Fomenko I.K. Metodologiya ocenki i prognoza opolznevoj opasnosti: avtoref. dis. dokt. geol.-miner. nauk. M., 2014. 40 s.

ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ТУРГОЯК

© 2020 г. С. Г. Захаров*

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,
Челябинск, Россия*

**E-mail: s_zakcharov5@mail.ru*

Поступила в редакцию 24.10.2019 г.

После доработки 12.02.2020 г.

Принята к публикации 18.02.2020 г.

Рассматривается экологическое состояние уникального олиготрофного озера Южного Урала – Тургояк. Уточнены характеристики возраста озерной котловины и максимальных глубин озера. Рассмотрена динамика происходящих изменений в озерной экосистеме со времени первого научного описания озера в 1903–1912 гг. до сегодняшнего дня. Выявлено антропогенное воздействие на озеро. Обнаружено постепенное повышение минерализации вод и тенденция к возрастанию концентрации общего фосфора. В последние 3–4 года наблюдается устойчивое снижение прозрачности вод озера; водоем начал “цвести”. Отмечен переход озера в олиготрофно-мезотрофное состояние. Основные причины негативных изменений озерной экосистемы – неудовлетворительное состояние канализации и возрастающая рекреационная нагрузка на побережье и акваторию. Намечены мероприятия для сохранения озера; в частности, предложено повышение его охранного статуса.

Ключевые слова: озеро Тургояк, качество воды, охрана водоема

DOI: 10.31857/S0869607120010085

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Тургояк – уникальный водоем Южного Урала и России. Уникальность проявляется в происхождении и морфологии озерной котловины, особенностях гидрологического режима озера. С 1969 г. оз. Тургояк является памятником природы областного значения, в 2007 г. территории вокруг водоема придан статус охранной зоны памятника природы. Озеро Тургояк – один из первых объектов России, рекомендованный к охране. В 1916 г. географ В.Н. Сементовский написал отдельную брошюру со страстным призывом к защите озера: “Гибнет, гибнет Тургояк. Он уже не тот, что прежде...” (цит. по [19]). В XX в. озеро оказалось вовлеченным в хозяйственный оборот. На его водосборной территории рубили лес, озерные воды шли на водоснабжение завода “УралАЗ” и г. Миасс. Сам Тургояк благодаря чистой воде и живописным видам превратился в любимейшее место отдыха: на его берегах создавали пионерские лагеря, пансионаты и базы отдыха. Вокруг озера Тургояк накопилось множество народных и псевдонаучных мифов. Задача данной статьи – проанализировать имеющуюся информацию по озеру и определить изменения качества водной массы озера за период 1912–2019 гг.

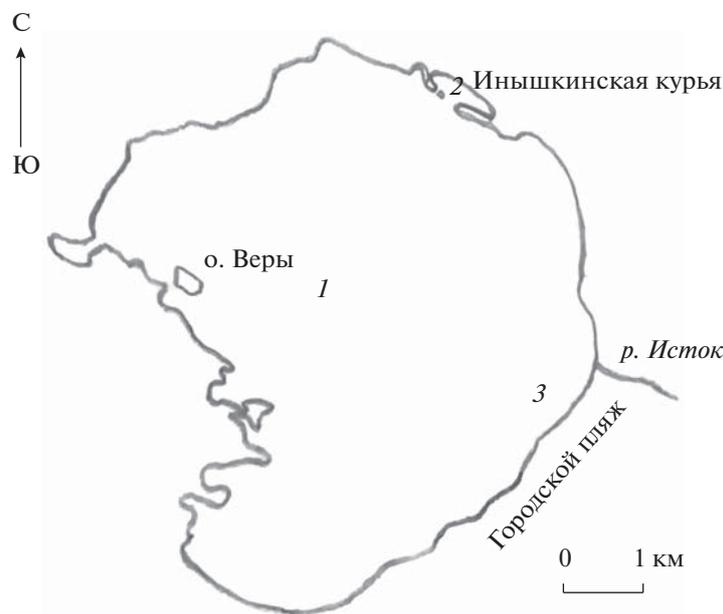


Рис. 1. Картограмма озера Тургойак с точками наблюдения (1–3) в 2017–2019 гг.

Fig. 1. The map of Lake Turgoyak with observation points (1–3) in 2017–2019.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были проанализированы основные работы исследователей XX в. по оз. Тургойак ([3, 14–16, 22] и др.), а также работы, касающиеся исследований отдельных параметров геосистемы озера в XXI в. ([4, 7, 12, 13] и др.). Автором в марте и августе 2017–2019 гг. были проведены наблюдения за прозрачностью, цветностью, перманганатной окисляемостью, содержанием соединений неорганического азота, общего фосфора, основных ионов, тяжелых металлов в центральной части акватории (в т.ч. по глубинной вертикали) (т. 1) и в прибрежных зонах северной и восточной частей акватории оз. Тургойак: в Инышкинской курье (т. 2) и у Городского пляжа (т. 3) (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Котловина

Озеро Тургойак расположено в пределах западных склонов Ильменского хребта Южного Урала, в межгорной котловине на северо-восточной окраине г. Миасс. Координаты центральной части озера: $55^{\circ}09'40''$ с.ш., $60^{\circ}04'$ в.д. Озерная котловина тектонического происхождения, приурочена к межгорному прогибу; находится в пределах зоны разлома земной коры и зоны контакта континентальных и древнеокеанических пород. Западные и особенно восточные берега высокие, зачастую обрывистые, высотой до 50–100 м. На незначительных по протяженности участках южного и северного берегов, а также восточного берега (вблизи р. Исток) характерны понижения бортов котловины.

Время возникновения озерной котловины до сих пор точно неизвестно, но все же это не 23 млн л. н., как указывает [11]). По современным оценкам возраст озера составляет не менее 12 тыс. лет [7, 13]. Если озеро существовало раньше этого времени,

Таблица 1. Максимальная/средняя глубина озера Тургойак (м) по данным разных авторов
Table 1. Maximum/average depth of the Lake Turgoyak (m) according to various authors

Авторы	Щелканов-цев, 1903 [14]	Подлесный, Троицкая, 1941 [13]	Старцев, 1959 [17]	Балабанова, 1964 [2]	Андреева, 1973 [1]	Экология..., 1998 [21]
Глубина	30/20	34/19.2	34/19.2	32.5/?	32.5/19.2	34/19.2

его уровень был бы на 20 м ниже современного [7]. Не исключено, что озеро в Тургойакской котловине, пусть и меньших размеров, уже существовало в эпоху брянского потепления (около 32–25 тыс. л. н.) [8]. Выявлены различные скорости накопления осадочного материала в разных частях озерной котловины: более глубокая, северная часть котловины, заполнялась осадками быстрее [7]. Скорость осадконакопления за последние 100 лет составляет в среднем 1.75 мм/год (рассчитано по [12]). По анализу колонки донных отложений выявлено 4 основных периода развития озерной геосистемы: 1) начало озерного осадконакопления (>12.1 тыс. к. л. н.); 2) этап мелководного озера с повышенной минерализацией (12.1–11.2 тыс. к. л. н.); 3) этап возрастания глубины и снижения минерализации (11.2–8.0 тыс. к. л. н.); 4) этап устойчивого увеличения содержания органического вещества в воде (<8.0 тыс. к. л. н.) [13].

Морфометрия

Площадь озера составляет 26.4 км², площадь водосбора – 49 км²; объем водной массы – 507 млн м³ [2], максимальная глубина – 32.5 м (по другим данным – до 34 м) (табл. 1), средняя глубина 19.2 м [2]. Значение средней глубины – самое большое среди всех тектонических озер Южного Урала. На озере 6 островов, из которых относительно крупный только один – остров Веры (площадь около 7 га). Озеро сточное. Коэффициент условного водообмена составляет 0.015–0.02 [2]; объем вод полностью сменяется примерно раз в 50–65 лет. Есть устные сообщения дайверов о глубинах 40–42 м. Они представляются маловероятными, так как зона глубин свыше 30 м чрезвычайно мала. Во время наших исследований глубин более 32 м не обнаружено.

Прозрачность воды

“Легендарная” прозрачность 19–20 м, якобы существовавшая в озере в 1960-х гг., не находит подтверждения в научной литературе (табл. 2). Только в работе [22] упоминается о ней со ссылкой на работу М.А. Андреевой [2], но в последней такой информации не содержится. В популярной книге “Тургойак. Озеро – памятник природы и окрестности” [19] указано, что “дно просматривается до глубин 15–20 м”. Вероятно, эти сведения, постепенно “прирастая”, восходят к работе [3], где указана зимняя прозрачность в центральной части озера – 17.5 м.

Минимальные отмеченные величины прозрачности в 1940–1960-х гг. – 8.5 м (лето, литораль) [3]; в 1996–1997 гг. – 6 м (май, взвеси после разрушения ледового покрова, весенняя вспышка “цветения” воды) [22].

Летом 2010 г. в озере отмечена прозрачность от 14.8 до 15.1 м по белому диску [20]. Можно отметить, что в разгар биологического лета (наибольших сезонных температур в эпилимнионе) за период более чем 100 лет в центральной зоне озера прозрачность по белому диску принципиально не изменялась и составляла в среднем (при удалении крайних значений) 11–13 м, в отдельные годы достигая значений 14–15 м. В августе 2017 г. нами в центральной части водоема, при идеальных условиях наблюдения, было обнаружено снижение прозрачности до 9.4 м; в августе 2018 г. прозрачность изменялась в пределах 9.5–10.2 м. В августе 2019 г. впервые в истории озера при штилевой погоде наблюдалось “цветение” воды 3 степени, когда прозрачность в центральной части водоема уменьшилась до 8.0 м.

Таблица 2. Прозрачность воды в XX в. (июль–август) в оз. Тургойак
Table 2. Water transparency in the XX century (July–August) in the Lake Turgoyak

Источник, год публикации	Шелкановцев, 1903 [16]	Сементовский, 1914 [16]	Подлесный-Троицкая, 1941 [14]	Старцев, 1959 [18]	Россолимо Федорова, 1967 [15]	Экология, 1998 [22]	
Год наблюдения	1903	1912	1937	?	1965	1994	1996–
Прозрачность по белому диску, м	12	12	до 12	12	13–14	9.9–11.3	11.0–12.7

Изменение уровня водного зеркала

В 1936 г. через р. Исток в р. Миасс было сброшено около 20 млн м³ воды для пополнения Аргазинского водохранилища; при этом уровень озера понизился на 80 см. Окончательно сток из озера (по сообщению В. Ткачева [19]) прекращается в 1960 г. С 1952 г. началась перекачка вод в оз. Кысыкуль для водоснабжения г. Миасс. В 1960–1980-х гг. отбор воды колебался в пределах 5.8–10.5 млн м³/год; в 1990-е гг. – от 4 до 1.5 млн м³/год [22].

Амплитуда колебания уровней воды за 1951–2004 гг. достигала 2.8 м.; среднемноголетний абсолютный урез воды составляет 319.45 м [5].

Среднемноголетние значения годового водного баланса оз. Тургойак положительны и составляют 5.6–6.4 млн м³ [8]. Водозабор в средние по водности годы может составлять около 2.8–3.2 млн м³/год. В 2007 г. искусственно восстановлен сток из озера по р. Исток.

Гидрохимическая характеристика озера

Воды озера мягкие пресные (жесткость менее 2 мг экв./дм³), по классификации О.А. Алекина [1] относятся к гидрокарбонатному классу сульфатно-натриевого (II) типа группы кальция. По сводным данным из разных источников [22], в 1937–1975 гг. минерализация вод озера по сухому остатку изменялась в пределах 52–80 мг/л; в период 1980–1994 гг. – 64–120 мг/л, в 1996–97 гг. – 106–115.7 мг/л (в прибрежной зоне в северной части акватории – до 138 мг/л). По сумме основных ионов с 1920 по 1970 г. выявлены изменения минерализации воды от 65.6 до 100 мг/л (за исключением одной пробы 22.05.1958 г. – 154 мг/л) [21].

Зимой (январь) 2014 г. минерализация поверхностных вод оз. Тургойак составляла 145 мг/дм³; на глубине 20 м – 146 мг/дм³; летом (июнь) 2014 г минерализация поверхностных горизонтов составляла 129 и 135 мг/дм³ на глубине 20 м (данные ЧГМС, Челябинск).

В марте и августе 2018 г. автором были проведены гидрохимические исследования в центральной зоне озера по глубинной вертикали (табл. 3).

Сезонные изменения минерализации наблюдаются в поверхностных горизонтах (от 124 мг/дм³ в период открытой воды до 145 мг/дм³ в подледный период). Глубинные и придонные воды не испытывают сезонных флуктуаций: минерализация до 153–154 мг/дм³ (см. табл. 3). По глубинной вертикали несколько изменяется структура катионного состава макроэлементов: с глубиной снижается доля кальция и возрастает доля магния, натрия и калия. Состав анионов с глубиной практически не изменяется. Динамика макроэлементов воды почти за 100 лет указывает на тенденцию к увеличению минерализации от 90–115 до 120–155 мг/дм³.

Наиболее уязвимы экосистемы олиготрофных озер к повышению концентрации биогенных элементов, в первую очередь соединений азота и фосфора. Современные

Таблица 3. Минерализация и состав основных ионов воды оз. Тургойак, мг/дм³
Table 3. Mineralization and composition of the main ions of the Lake Turgoyak water, ppm

Дата отбора	Глубина, м	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	Σионов
18.03.2018	0.5	62.0	31.7	7.8	32.1	3.0	1.3	137.9
	20	67.0	38.0	7.8	21.8	6.9	11.7	153.2
22.08.2018	0.5	57.0	32.0	7.4	20.2	5.2	10.1	124.5
	29	68.0	37.0	6.7	21.0	4.9	16.4	154.0

Таблица 4. Содержание соединений минерального азота и общего фосфора (мг/дм³) по глубинной вертикали в центральной части оз. Тургойак (март 2018 г.)

Table 4. The concentration of mineral nitrogen and total phosphorus (ppm) in the central part of the Lake Turgoyak (March, 2018)

Глубины, м	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N минерал.*	P общ.
0.5	0.02	0.001	0.004	0.025	0.006
5	0.01	0.001	0.002	0.013	0.006
10	0.01	0.002	0.002	0.014	0.008
15	0.02	0.003	0.008	0.031	0.01
20	0.01	0.003	0.011	0.024	0.01

* В перерасчете на азот.

концентрации азота и фосфора в целом невысоки и соответствуют олиготрофному, в некоторых случаях – олигомезотрофному статусу водоема (табл. 4 и 5).

Высокие концентрации биогенных веществ на глубине 29 м (табл. 5) связаны с тем, что проба была отобрана в нескольких сантиметрах от дна.

При сравнении данных распределения соединений азота в марте 2018 г. (см. табл. 4) с данными зимнего периода, зафиксированными З.М. Балобановой (N-NH₄⁺ – 0.05 мг/л; N-NO₂⁻ – 0.0013 мг/л; N-NO₃⁻ – 0.18 мг/л) [3], можно увидеть, что качественных изменений в содержании соединений азота не произошло. Распределение биогенных веществ по акватории в августе 2017 и 2018 гг. (поверхностные слои) показано в табл. 6.

Летние концентрации фосфора в поверхностных водах в 1965 г. составляли 0.003 мг/л [14], в весенне-летний период 1996–1997 гг. – 0.128 мг/л [22], тогда как в летний период 2017–2019 гг. они находились в интервале от 0.008 до 0.014–0.020 мг/л. Если данные 1996–1997 гг. верны, то мы наблюдаем значительное снижение концентраций общего фосфора, что свидетельствует о хорошей способности озера к самоочищению (табл. 7). Общее улучшение качества воды произошло в связи с увеличением водной массы озе-

Таблица 5. Содержание соединений минерального азота и общего фосфора (мг/дм³) по глубинной вертикали в центральной части оз. Тургойак (август 2018 г.)

Table 5. The concentration of mineral nitrogen and total phosphorus (ppm) in the central part of the Lake Turgoyak (August, 2018)

Глубины, м	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N минерал.*	P общ.
0.5	0.01	0.002	0.011	0.023	0.008
10	0.01	0.002	0.011	0.023	0.016
15	0.05	0.005	0.012	0.067	0.008
20	0.01	0.002	0.011	0.023	0.008
29 придон.	0.1	0.008	0.013	0.121	0.032

* В перерасчете на азот.

Таблица 6. Диапазон концентраций соединений азота и фосфора (мг/дм³) в акватории оз. Тургояк (август 2017–2019 гг.)**Table 6.** The concentration range of nitrogen and phosphorus compounds (ppm) in the water of the Lake Turgoyak (August, 2017–2019)

Элемент (соединение)	Центр озера	Городской пляж (50 м от берега)	Иньшкинская курья (50 м от берега)
N-NH ₄ ⁺	0.01	0.01–0.02	0.05
N-NO ₂ ⁻	0.001–0.002	0.001–0.002	0.002
N-NO ₃ ⁻	0.008–0.011	0.009–0.01	0.01
P общ.	0.008–0.018	0.01–0.019	0.01–0.02

Таблица 7. Динамика содержания соединений минерального азота и общего фосфора в центральной части озера Тургояк, мг/дм³**Table 7.** The dynamics of the content of mineral nitrogen and phosphorus compounds in the central part of the Lake Turgoyak, ppm

Элемент (соединение)	Июль 1965 г. [14]	Среднегодовые за 1996–1997 гг. [22]	Июнь 2009 г.**	Июнь 2014 г.**	Август 2017 г.
N-NH ₄ ⁺	0.07–0.05*	0.06	0.01	0.02	0.01
N-NO ₂ ⁻	0.0007–0.0013*	0.0022	0.002	0.003	0.001
N-NO ₃ ⁻	н/об–0.05*	0.165	0.01	0.05	0.008
P общ.	0.003–0.027*	0.042	0.014	0.023	0.014

* Поверхностная – глубинная проба; ** данные лаборатории ЧГМС, Челябинск.

ра в 2000–2007 гг. (этот факт фиксируется и по снижению концентраций металлов в верхнем 2-сантиметровом слое донного осадка [12]). Тем не менее, современные (2009–2019 гг.) концентрации общего фосфора в поверхностных водах в 5–7 раз превышают значения середины 1960-х гг. (табл. 7). Наблюдается поступление соединений фосфора в результате прорывов канализации, а также в летний период с нарушенных участков водосборной площади и со стороны пляжей.

Настораживает обнаружение в поверхностных слоях концентраций общего фосфора порядка 0.02–0.04 мг/дм³ (например, в 1996, 1997, 2014 гг.). Подобные значения характерны для мезотрофных, а не олиготрофных озер; в озере Тургояк подобные концентрации общего фосфора обычны только для глубинных придонных вод.

В водах озера отмечены достаточно высокие концентрации отдельных микроэлементов (цинка и меди) – до 3–4 ПДК. Такие значения можно было бы считать фоновыми природными характеристиками вод оз. Тургояк в зимний период [9], но, учитывая выявленное антропогенное загрязнение этими металлами [12], вполне возможно, что некоторая часть цинка и меди в водной среде имеет антропогенное происхождение.

В придонных водах на больших глубинах (29 м) в 2018 г. отмечены значительные концентрации марганца (0.24–0.488 мг/дм³ – до 48 ПДК), что, вероятно, связано с выносом марганца в водную среду из донных отложений при локальном дефиците кислорода.

Органическое вещество в водах озера встречается в минимальных количествах и достаточно стабильно во времени: по перманганатной окисляемости диапазон концентраций с 1962 г. до 2018 г. составил 3–4 мгО/л; по ХПК с 1980 г. по 2018 г. – от 18 до 21.9 мгО/л.

Цветность воды по акватории и глубинной вертикали в период 2009–2018 г. изменялась от 5 до 10° (в летний период 2017–2018 гг. – от 5 до 8°).

Содержание нефтепродуктов по глубинной вертикали в 2014 г. и 2018 г. отмечалось в пределах 0.01–0.03 мг/дм³ (с максимумом в поверхностных слоях как зимой, так и летом). Анализ распределения нефтепродуктов за период 2009–2017 гг. (по данным ЧГМС, Челябинск) показывает стабильное содержание нефтепродуктов в отмеченном нами диапазоне 0.01–0.03 мг/дм³.

Антропогенное загрязнение озера Тургояк

Выявленные изменения гидрофизических и гидрохимических параметров показывают как циклический, так и направленный характер негативных изменений экосистемы озера. Озерная экосистема обладает значительной способностью к самоочищению водной массы и значительной инерционностью. Тем не менее, тревожные симптомы негативных качественных изменений есть.

Это выявленное поступление соединений фосфора с освоенной части водосбора и побережья; резкое снижение летней прозрачности воды (с 12 до 8 м!), изменения в структуре планктонного сообщества.

Отмечено, что в первой половине 2006 г. состав водорослей соответствовал α -олигосапробной зоне (олиготрофное состояние, 2 класс качества вод), а в августе 2006 г. сапробность была на границе α -олигосапробной и β -мезосапробной зон, т.е. отмечалось пограничное состояние между олиготрофией и мезотрофией (2–3 класс качества вод, “чистая–умеренно-загрязненная”) [17]. Переход озера из олиготрофного в олиго-мезотрофное состояние по ряду признаков отмечается в работе [22].

Значения прозрачности по белому диску (см. табл. 2) свидетельствует о возрастании трофического статуса водоема (TSI) [23]: от 22–25 TSI в 1903–1965 г. до 27–29 TSI в 2017–2018 гг. Также следует отметить, что значения TSI по параметру прозрачности в 1965 г. хорошо согласуются с концентрацией общего фосфора в поверхностных горизонтах. Напротив, в 2017–2018 гг. отмечается существенное увеличение значения индекса TSI по параметру концентрации общего фосфора – до 34–40. В период 1994–1996 гг. отмечено максимальное расхождение между трофическим индексом TSI по прозрачности и концентрации общего фосфора: TSI по прозрачности составлял 25–28, а по общему фосфору достигал 57–58 (если данные по концентрации общего фосфора в работе [22] верны).

Антропогенное воздействие можно выделить также по накоплению поллютантов в донных отложениях. Было установлено, что оз. Тургояк подвержено аэральному загрязнению как из ближних (Карабаш, ПО “Маяк”), так и дальних источников эмиссии (Чернобыль) [12]. Авторы цитируемой монографии считают, что начало техногенного воздействия на оз. Тургояк начинает быть заметным со второй половины 1930-х гг. (горизонт 8–9 см донных отложений) и достигает своего максимума в 1970–1980-е гг. (горизонт до 2 см) (табл. 8).

Помимо водозабора, который в настоящее время не угрожает озерным водам, в последние годы наметилась негативная тенденция – регулярные утечки из коллекторов канализации и все более интенсивное неорганизованное рекреационное использование озера. В отдельные жаркие дни на городском пляже одновременно находятся до 2–2.5 тыс. человек. По данным С.А. Белова [4] в летнее время максимальная рекреационная посещаемость отмечается у Городского пляжа (до 800–1100 чел./ч), на других участках побережья – до 150–480 чел./ч. В целом вокруг оз. Тургояк максимальная рекреационная посещаемость в отдельные дни достигает 2000–2500 чел./ч, а с учетом неравномерности отдыха – до 7000 чел./сут. За летний период у озера может отдохнуть около 70–100 тыс. чел. [4]. Отмечены случаи таких развлечений при организации праздников, как подводные взрывы и фейерверки, плавучие бани, а также использование моторной техники на акватории озера – памятника природы.

Таблица 8. Концентрация некоторых тяжелых металлов в донных отложениях озера Тургойак (по материалам [12])**Table 8.** The concentration of some heavy metals in the bottom sediments of the Lake Turgoyak, ppm (according to [12])

Элемент	Природный фон, мг/кг	Оз. Тургойак – максимальная глубина фиксации техногенного воздействия, см	Оз. Тургойак – максимальное загрязнение в горизонте 0–2 см, мг/кг
Zn	До 150	8	800
Cu	До 100	7	260
Pb	До 50	7	210

Современный охранный статус не в полной мере защищает озеро. Неконтролируемая эксплуатация водоема и побережья приведет к разрушению природного равновесия, значительной утрате привлекательности единственного олиготрофного озера Челябинской области. В связи с уникальностью озера рекомендуется включить водоем и значительную часть водосбора, включая верховья реки Куштымги, в состав ООПТ более крупного ранга – природного парка [10].

ВЫВОДЫ

1. По результатам изучения динамики гидрофизических и гидрохимических характеристик водной массы озера Тургойак (по отдельным характеристикам с 1903 г.), а также верхнего слоя донных отложений озера, выявлено антропогенное воздействие на водоем, которое начинает проявляться над фоновыми флуктуациями озерной геосистемы с середины 1930-х гг. (аэральное загрязнение тяжелыми металлами со стороны предприятий окрестных городов – Миасса, Карабаша, Златоуста). Данный тип загрязнения в настоящее время не оказывает существенного влияния на качество воды. Концентрация тяжелых металлов (Zn, Cu) превышает ПДК в 3–4 раза, что сопоставимо с фоновыми характеристиками.

2. Один из интегральных показателей качества – прозрачность воды – в центральной части озера существенно не изменился за период 1903–2010 г., и с небольшими флуктуациями составлял 10–14 м. Впервые в августе 2017 г. обнаружено снижение прозрачности ниже 10 м (до 9.4–9.5 м), а в августе 2019 г. – до 8.0 м.

3. Выявлена тенденция увеличения соленосодержания в водах озера в период с 1940 по 2018 г. – от 80–100 мг/дм³ до 120–155 мг/дм³.

4. Озеро подвергается значительной рекреационной нагрузке; выявлено внешнее поступление соединений фосфора с побережья озера. Отмечаются несколько повышенные (но ниже ПДК) концентрации нефтепродуктов в поверхностных горизонтах (по сравнению с глубинными).

5. Современное состояние экосистемы озера изменилось от олиготрофного до олигомезотрофного с тенденцией к дальнейшей мезотрофии. Трофический индекс TSI увеличился от 22–25 TSI в 1903 – 1965 гг. до 27–29 TSI в 2017–2018 гг. Впервые на озере отмечено “цветение” вод 3 степени по всей акватории в течение одной недели в августе 2019 г. Неотложной задачей становится выявление всех участков наиболее активного антропогенного поступления биогенных веществ в оз. Тургойак. Требуется замена некачественных коллекторов канализации.

6. Учитывая высокую привлекательность и уникальность озера Тургойак и его побережья, рекомендуется повышение охранного статуса ООПТ с памятника природы на природный парк, либо включение озера в ООПТ еще более высокого ранга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексин О.А.* Основы гидрохимии Л.: Гидрометеиздат, 1970. 446 с.

2. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск, 1973. 270 с.
3. Балобанова З.М. Горное озеро Тургойк // Труды УралВНИИОРХ. 1964 Т. 6. С. 61–83.
4. Белов С.А., Дуденцова А.О. Ландшафтно-рекреационный анализ проектируемого биосферного резервата (на примере национального парка Таганай и озера Тургойк) // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий. Материалы международной научно-практической конференции (Челябинск, 26–28 сентября 2018 г.) Челябинск: Край Ра, 2018. С. 184–192.
5. Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды – на службе области // Комплексный доклад за 2004 г. Росгидромет. Челябинск, 2005. С. 21–25.
6. Григорьев С.А., Васина Ю.В. Историко-культурные ресурсы озера Тургойк и окружающего региона // Озеро Тургойк. Спорт. Туризм. Экология. Рекреация. Челябинск: Южно-Уральская промышленная палата, 2005. С. 9–17.
7. Дерягин В.В. Стратификация донных отложений у северного и южного побережий озера Тургойк (Южный Урал) // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий/ Материалы международной научно-практической конференции (Челябинск, 26–28 сентября 2018 г.). Челябинск: Край Ра, 2018. С. 94–100.
8. Захаров С.Г. Проблемы изучения и сохранения озер Тургойк и Инышко // Озеро Тургойк. Спорт. Туризм. Экология. Рекреация // Материалы научно-практической конференции. Челябинск, 2005. С. 30–32.
9. Захаров С.Г. Озера Челябинской области. Челябинск: Абрис, 2010. 128 с.
10. Лагунов А.В. Озеро Тургойк: затянувшееся ожидание happy end'a // Южный Урал в судьбе России: история и современность. Челябинск: ООО "Издательский дом "Пресс-мастер", 2008. С. 333–341.
11. Лагунов А.В. Тургойк – хроника выживания // Актуальные вопросы современного естествознания Южного Урала. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2 декабря 2014 г. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2014. С. 125–134.
12. Масленникова А.В., Удачин В.Н., Дерягин В.В. Палеоэкология и геохимия озерной седиментации голоцена Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 136 с.
13. Масленникова А.В., Удачин В.Н., Дерягин В.В., Штенберг М.В. Реконструкция этапов развития озера Тургойк (Южный Урал) в голоцене // Литосфера. 2018. Т. 18. № 6. С. 914–927. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2018-18-6-914-927>
14. Подлесный А.В., Троицкая В.И. Ильменские озера и их рыбохозяйственная оценка // Труды УралВНИИОРХ. 1941. Т. 3. С. 121–174.
15. Россолимо Л.Л., Федорова Е.И. Олиготрофия озер Южного Урала // Антропогенный фактор в развитии озер. М.: Наука, 1967. С. 5–25.
16. Сементовский В.Н. Горные озера Урала. Опыт классификации // Изв. ИРГО. 1914. Т. 50. Вып. 5–6. С. 277–340.
17. Снитко Л.В., Снитко В.П. Водные ООПТ: сравнение состояния фитопланктона озер Увильды и Тургойк в конце современного многоводного гидрологического цикла на Южном Урале // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 5(220). Экология. Природопользование, вып. 5. С. 105–109.
18. Сысоев А.Д. Очерки физической географии Челябинской области. Челябинск: ЧКИ, 1959. 208 с.
19. Тургойк. Озеро – памятник природы и окрестности / Сост. М.М. Терентьев. Челябинск, 1993. 132 с.
20. Устич М.А., Дерягин В.В., Сотников В.В. Прозрачность водных масс и секторность крупных озер Южного Урала // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Материалы II заочной Всерос. науч.-практ. конф. Челябинск: Магнитогорский дом печати, 2011. С. 138–145.
21. Черняева Л.Е., Черняев А.М., Еремеева Т.Н. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье). Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 370 с.
22. Экология озера Тургойк / Под ред. В.А. Ткачева, А.Г. Рогозина. Миасс, 1998. 154 с.
23. Carlson R.A. Trophic state index for lakes // Limnol. Oceanogr. 1977. V. 22 P. 361–369.

Dynamics of Environmental Status of the Lake Turgoyak

S. G. Zakharov*

South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia

*e-mail: s_zakcharov5@mail.ru

The article discusses the environmental status of the unique oligotrophic Lake Turgoyak (Southern Ural). The age characteristics of the lake hollow and the maximum depths of the lake are specified. The dynamics of the ongoing changes at the lake ecosystem since the first scientific description of the lake in 1903–1912 until today is considered. Anthropogenic impact on the lake is revealed. A gradual increase in water mineralization and a tendency to in-

crease the concentration of total phosphorus were discovered. In the last 3–4 years, a steady decrease in the transparency of the lake waters has been observed; the lake has begun to “bloom”. The transition of the lake to the oligotrophic-mesotrophic state is noted. The main reasons of the negative changes in lake ecosystem are the unsatisfactory condition of the sewage system, and the increasing recreational load on the coast and water area. The measures to preserve the lake were outlined, in particular, it was proposed to increase the conservation status of the lake.

Keywords: Lake Turgoyak, water quality, water body protection

REFERENCES

1. Alekin O.A. *Osnovy gidroksimii L.: Gidrometeoizdat*, 1970. 446 s.
2. Andreeva M.A. *Ozera Srednego i Yuzhnogo Urala*. Chelyabinsk, 1973. 270 s.
3. Balobanova Z.M. *Gornoe ozero Turgoyak // Trudy UralVNIIOBX*. 1964 T. 6. S. 61–83.
4. Belov S.A., Dudenczova A.O. *Landshaftno-rekreativnyy analiz proektiruемого biosfernogo rezervata (na primere nacional'nogo parka Taganaj i ozera Turgoyak) // Problemy geografii Urala i sopredel'ny'x territorij. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Chelyabinsk, 26–28 sentyabrya 2018 g.)* Chelyabinsk: Kraj Ra, 2018. S. 184–192.
5. *Gidrometeorologiya i monitoring okruzhayushhej sredy – na sluzhbe oblasti // Kompleksnyy doklad za 2004 g. Rosgidromet*. Chelyabinsk, 2005. S. 21–25.
6. Grigor'ev S.A., Vasina Yu.V. *Istoriko-kul'turny'e resursy ozera Turgoyak i okruzhayushhego regiona // Ozero Turgoyak. Sport. Turizm. E'kologiya. Rekreatiya*. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skaya promy'shlennaya palata, 2005. S. 9–17.
7. Deryagin V.V. *Stratifikatsiya donny'x otlozhenij u severnogo i yuzhnogo poberezhij ozera Turgoyak (Yuzhnyj Ural) // Problemy geografii Urala i sopredel'ny'x territorij/ Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Chelyabinsk, 26–28 sentyabrya 2018 g.)*. Chelyabinsk: Kraj Ra, 2018. S. 94–100.
8. Zaxarov S.G. *Problemy izucheniya i soxraneniya ozer Turgoyak i Iny'shko // Ozero Turgoyak. Sport. Turizm. E'kologiya. Rekreatiya // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Chelyabinsk, 2005. S. 30–32.
9. Zaxarov S.G. *Ozera Chelyabinskoy oblasti*. Chelyabinsk: Abris, 2010. 128 s.
10. Lagunov A.V. *Ozero Turgoyak: zatyannuvsheesya ozhidanie happy end'a // Yuzhnyj Ural v sud'be Rossii: istoriya i sovremennost'*. Chelyabinsk: OOO “Izdatel'skij dom “Press-master”, 2008. S. 333–341.
11. Lagunov A.V. *Turgoyak – xronika vy'zhvaniya // Aktual'ny'e voprosy sovremennogo estestvoznaniya Yuzhnogo Urala. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 2 dekabrya 2014 g.* Chelyabinsk: Izd-vo ChelGU, 2014. S. 125–134.
12. Maslennikova A.V., Udachin V.N., Deryagin V.V. *Paleoekologiya i geokimiya ozernoj sedimentatsii golocena Urala*. Ekaterinburg: RIO UrO RAN, 2014. 136 s.
13. Maslennikova A.V., Udachin V.N., Deryagin V.V., Shtenberg M.V. *Rekonstruktsiya e'tapov razvitiya ozera Turgoyak (Yuzhnyj Ural) v golocene // Litosfera*. 2018. T. 18. № 6. S. 914–927. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-6-914-927.
14. Podlesnyj A.V., Troiczskaya V.I. *Il'menskie ozera i ix ry'boxozajstvennaya ocenka // Trudy UralVNIIOBX*. 1941. T. 3. S. 121–174.
15. Rossolimo L.L., Fedorova E.I. *Oligotrofiya ozer Yuzhnogo Urala // Antropogennyj faktor v razvitiy ozer*. M.: Nauka, 1967. S. 5–25.
16. Sementovskij V.N. *Gorny'e ozera Urala. Opy't klassifikatsii // Izvestiya IRGO*. 1914. T. 50, vy'p. 5–6. S. 277–340.
17. Snit'ko L.V., Snit'ko V.P. *Vodny'e OOPT: sravnenie sostoyaniya fitoplanktona ozer Uvil'dy i Turgoyak v konce sovremennogo mnogovodnogo gidrologicheskogo cikla na Yuzhnom Urale // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. № 5(220). E'kologiya. Prirodopol'zovanie, vy'p. 5. S. 105–109.
18. Sy'soev A.D. *Ocherki fizicheskoy geografii Chelyabinskoy oblasti*. Chelyabinsk: ChKI, 1959. 208 s. *Turgoyak. Ozero – pamyatnik prirody i okrestnosti / Sost. M.M. Terent'ev*. Chelyabinsk, 1993. 132 s.
19. Ustich M.A., Deryagin V.V., Sotnikov V.V. *Prozrachnost' vodny'x mass i sektornost' krupny'x ozer Yuzhnogo Urala // Geograficheskoe prostranstvo: sbalansirovannoe razvitie prirody i obshchestva. Materialy II zaochnoj Vseros. nauch.-prakt. konf.* Chelyabinsk: Magnitogorskij dom pečati, 2011. S. 138–145.
20. Chernyaeva L.E., Chernyaev A.M., Eremeeva T.N. *Gidroksimiya ozer (Ural i Priural'e)*. L.: Gidrometeoizdat, 1977. 370 s.
21. *E'kologiya ozera Turgoyak / Pod red. V.A. Tkacheva, A.G. Rogozina*. Miass, 1998. 154 s.
22. Carlson R. A. *Trophic state index for lakes // Limnol. Oceanogr.* 1977. V. 22. P. 361–369.

**ПАЛИНОИНДИКАЦИЯ МЕДА В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ
В 2013, 2015–2017 годах**

© 2020 г. Г. Ю. Ямских^{a, *}, В. О. Брунгардт^{a, **}, Д. Е. Макаrchук^{a, ***},
Н. В. Лебедева^{a, ****}, Н. Ю. Жаринова^{a, *****}

^aСибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*E-mail: yamskikh@mail.ru

**E-mail: bruvika@mail.ru

***E-mail: bolkunova91@mail.ru

****E-mail: fidelika@bk.ru

*****E-mail: nata_1986@bk.ru

В статье представлены результаты спорово-пыльцевого анализа образцов меда различного происхождения, реализуемых в городе Красноярске в 2013 и 2015–2017 годах. Полученные данные показали, что не все разновидности меда соответствуют своему географическому, ботаническому происхождению и не отвечают параметрам натуральности. В городе Красноярске преимущественно представлен мед из Республики Башкортостан, Алтайского края и юга Красноярского края, не часто встречается из Хабаровского края и Казахстана. Лидирующие позиции в 2015–2017 годах по количеству качественных образцов меда занимал Алтайский край. Этот показатель улучшился в два раза по сравнению с 2013 годом. Мед, полученный на территории Красноярского края и реализуемый в городе Красноярске в 2015–2016 годах, на 20% (от общего количества изученных образцов) был искусственным, в нем полностью отсутствовала пыльца растений-медоносов. Мед из Республики Башкортостан в 2013, 2015 и 2016 годах на 10–20% был искусственным. Показатель некачественного меда (с отсутствием пыльцевых зерен) по всем регионам снизился с 33% в 2013 г. до 0% в 2017 г. Среди всех сортов меда, реализуемых в г. Красноярске, ГОСТам соответствовали образцы разнотравного, подсолнечникового, липового и акациевого меда.

Ключевые слова: мелиссопалинология, спорово-пыльцевой анализ, качество меда, медоносы, ботаническое и географическое происхождение меда, искусственный мед, г. Красноярск

DOI: 10.31857/S0869607120010073

ВВЕДЕНИЕ

Натуральный мед, вырабатываемый пчелами, является полезным и важным продуктом для здоровья людей, так как содержит углеводы, белки, ферменты, минеральные вещества и микроэлементы [13]. Актуальность проведенных исследований определяется тем, что употребление меда человеком способствует нормализации кровяного давления, центральной нервной системы, снижению уровня холестерина, риска развития ишемической болезни сердца, оказывает антидепрессантное и противосудорожное действие, в комплексной терапии ускоряет процесс выздоровления при заболеваниях верхних дыхательных путей и полости рта. Регулярное употребление натурального меда улучшает здоровье и качество жизни населения.

В последние годы доверие потребителей к качеству медов, представленных на прилавках магазинов и ярмарок, утрачивается. Зачастую производители меда применяют различные способы для удешевления продуктов пчеловодства, например, разбавляют



Рис. 1. Местоположение районов производства меда, реализуемого в г. Красноярске.

Fig. 1. Location of honey production areas sold in Krasnoyarsk.

мед сахарным сиропом или используют его в качестве подкормки пчел. Кроме того, китайские производители научились делать искусственный мед, который визуально выглядит как натуральный. В таких случаях определить качество меда можно с помощью мелиссопалинологии¹. Для идентификации пыльцевых зерен использовался метод спорово-пыльцевого анализа [6, 8, 11, 12]. Видовая принадлежность меда устанавливалась по таксономической принадлежности доминировавшей в меде пыльце растений-медоносов². Натуральность продукта определялась из расчетов частоты встречаемости пыльцевых зерен³ [1–3, 5].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований был закуплен мед различных видов и сортов из разных районов происхождения (рис. 1), представленных в торговых точках города Красноярска (в 2013 году было собрано 18 образцов меда, в 2015 году – 32 образца, в 2016 году – 30 образцов, в 2017 году – 20 образцов).

Мелиссопалинологические исследования осуществлены в Сибирском федеральном университете (Институт экологии и географии), в лаборатории комплексных физико-географических исследований. Определения таксономической принадлежности пыльцы в меде проведены с помощью микроскопа “МИКМЕД-6” при увеличении в 400 и 1000 раз.

¹ Мелиссопалинология – наука об изучении пыльцевых зерен в меде [12].

² ГОСТ 19792-2001 “Мед натуральный”. Взамен ГОСТ 19792–87; Введ. 2002–07–01. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва: Изд-во стандартов, 2003. 19 с.

³ ГОСТ 31769-2012 “Мед. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен”. Введ. 2013–07–01. Москва: Стандартинформ, 2014. 15 с.

Согласно методике ГОСТ 31769-2012 на первом этапе подготовки образцов к анализу в стакане взвешивалось 10.0 ± 0.1 г меда, который затем растворялся в 20 см^3 теплой дистиллированной воды. Далее, растворенный мед центрифугировался в пробирке 10 мин с частотой вращения 1000 об./мин. После центрифугирования надосадочная жидкость сливалась и промывалась через центрифугирование дистиллированной водой в течение 5 мин при прежнем режиме. Промытый осадок тщательно перемешивался микробиологической петлей и с помощью дозатора со сменным наконечником переносился на предварительно прогретое до 40°C предметное стекло до полного его высушивания.

Все содержимое пробирки постепенно концентрировалось на предметном стекле и заливалось глицериново-желатиновой смесью, расплавленной на водяной бане при температуре не выше 40°C . Для равномерного распределения глицеринового желатина и оптимального набухания пыльцы препарат прогревался в течение 5 мин при температуре до 40°C и закрывался покровным стеклом. Согласно методике глицериновый желатин наносился на прогретый высохший осадок. Просмотр препарата под микроскопом проводился после застывания глицеринового желатина. Далее происходило микроскопирование образцов. При предварительном просмотре образца под микроскопом оценивались плотность и разнообразие пыльцевых зерен в препарате. Идентификация присутствующих морфологических типов пыльцевых зерен осуществлялась с использованием определителей пыльцы и спор растений [4, 7, 9, 10]. Для определения вида меда и его натуральности с помощью спорово-пыльцевого анализа, согласно ГОСТа 31769-2012, определялось не менее 500 зерен.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 2013 году было исследовано 18 образцов меда, собранных в период медосбора этого года. Из них 8 медов были заявлены как полифлерные (№ 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17) и 10 монофлерные (№ 1–8, 11, 18). Результаты мелиссопалинологического исследования представлены на диаграмме (рис. 2).

В образцах из Республики Башкортостан (№ 7–11) доминировала пыльца растений семейств *Asteraceae* (подсолнечник однолетний *Helianthus annuus* Moench), *Sapindaceae* (каштан конский *Aesculus hippocastanum* L.), *Tiliaceae* (липа сердцевидная *Tilia cordata* Mill.) и *Fabaceae* (карагана древовидная *Caragana arborescens* Lam.) (рис. 3).

В образцах меда, собранных в Алтайском крае (№ 1–6), доминировала пыльца растений семейств *Asteraceae* (*H. annuus* Moench), *Tiliaceae* (*T. cordata* Mill.) и *Polygonaceae* (гречиха посевная *Fagopyrum esculentum* Moench).

Образцы меда юга Красноярского края (№ 12–16) содержали преимущественно пыльцу *Fabaceae* (*F. esculentum* Moench, клевер белый *Trifolium repens* L., горошек мышиный *Vicia cracca* L.), *Rosaceae* (малина обыкновенная *Rubus idaeus* L.) и *Polygonaceae* (эспарцет посевной *Onobrychis sativa* Lam.).

Мед с территории Хабаровского края (№ 17) включал в себя пыльцу семейств *Fabaceae* (*V. cracca* L.) и *Geraniaceae* (герань луговая *Geranium pratense* L.).

В меде из Казахстана (№ 18) пыльца была представлена одним видом семейства *Asteraceae* – *H. annuus* Moench.

Из 18 образцов меда реальному ботаническому и географическому происхождению соответствовало 5 – это “Башкирская липа” (Республика Башкортостан), “Девясил” (Алтайский край), “Липовый” (Алтайский край), “Василек-акация” (Алтайский край), “Подсолнечниковый” (Казахстан). Неправильное ботаническое название было у 6 образцов меда – это “Разнотравный” (Алтайский край; Красноярский край – пос. Большая Мурта; Боготольский р-он – с. Мирное), “Царский бархат” (Республика Башкортостан), “Майский” (Курагинский р-он Красноярского края).

Было установлено, что из 18 образцов меда по количеству пыльцевых зерен доминирует “Каштановый” (Республика Башкортостан) и “Подсолнечниковый” (Казах-

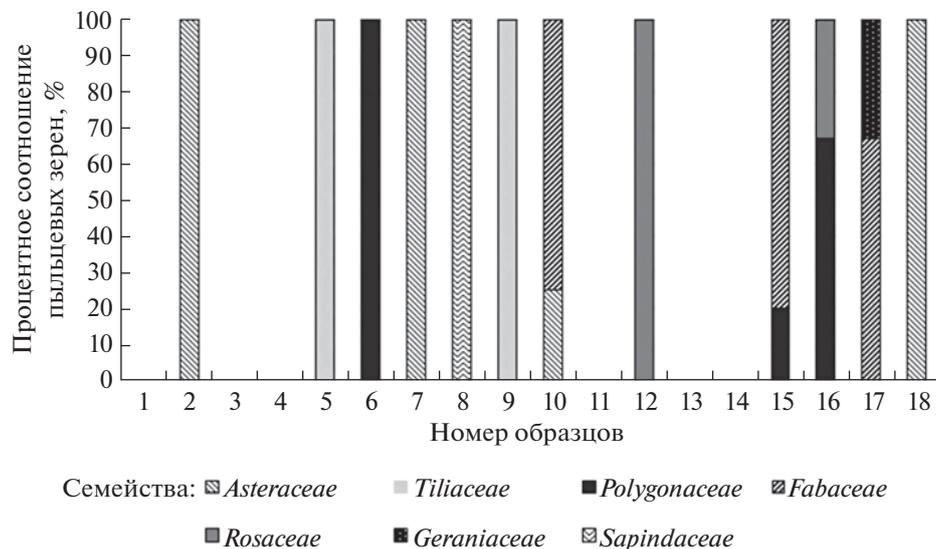


Рис. 2. Соотношение представителей пыльцы по семействам в образцах меда сезона 2013 года.

Fig. 2. Ratio of pollen representatives by families in honey samples of the 2013 season.

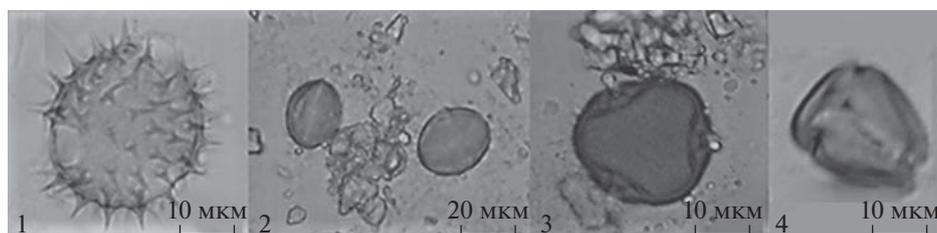


Рис. 3. Пыльца растений-медоносов в медосборе Республики Башкортостан 2013 г. Условные обозначения: 1 – *N. annuus* Moench; 2 – *A. castanum* L.; 3 – *T. cordata* Mill.; 4 – *C. arborescens* Lam.

Fig. 3. Pollen of honey plants in the honey harvest of the Republic of Bashkortostan in 2013. Convention: 1 – *N. annuus* Moench; 2 – *A. castanum* L.; 3 – *T. cordata* Mill.; 4 – *C. arborescens* Lam.

стан). В этих образцах количество пыльцевых зерен превышало 500 шт. на 10 г продукта, поэтому, согласно ГОСТа 31769-2012, этот мед был отнесен к натуральному.

В 6 образцах меда (рис. 2), позиционированных как “Донниковый” (Алтайский край), “Хлопчатниковый” (Республика Башкортостан), “Эспарцетовый” (Алтайский край), “Душица” (Алтайский край), два “Разнотравных” меда из районов Красноярского края (с. Сухобузимо; г. Иланск), вообще не было обнаружено пыльцевых зерен.

В 2015 году было изучено 32 образца меда летнего медосбора; из них – 21 полифлерных (№ 1, 3–5, 7, 9, 12, 14–21, 23, 24, 27–29, 32) и 11 монофлерных (№ 2, 6, 8, 10, 11, 13, 22, 25, 26, 30, 31). Во всех образцах меда были обнаружены пыльцевые зерна 97 видов растений-медоносов, входивших в 14 семейств. Процентное соотношение пыльцы семейств растений-медоносов в каждом образце представлено на сравнительной диаграмме (рис. 4).

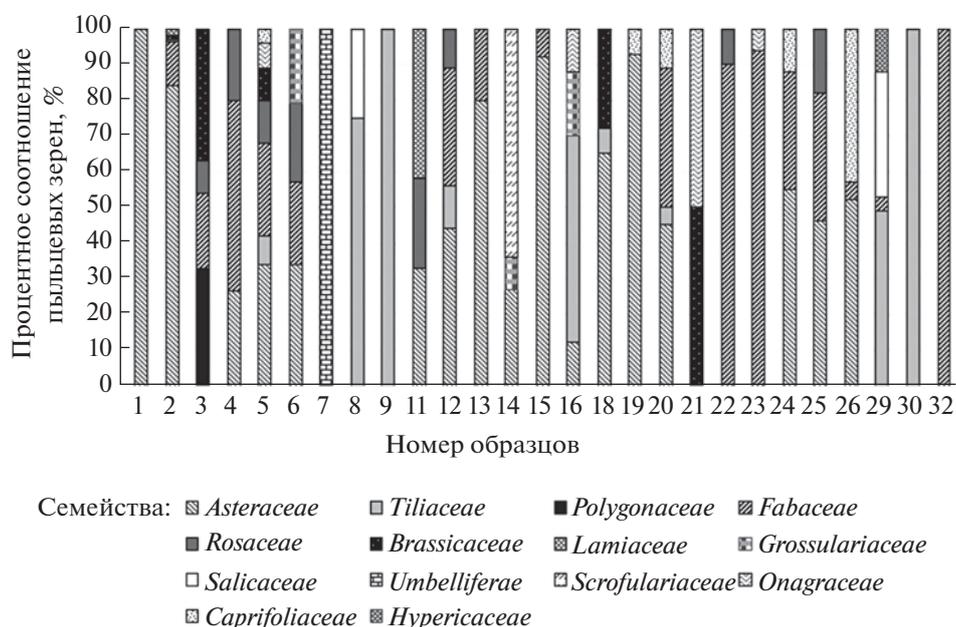


Рис. 4. Соотношение представителей пыльцы по семействам в образцах меда сезона 2015 года.

Fig. 4. Ratio of pollen representatives by families in honey samples of 2015 season.

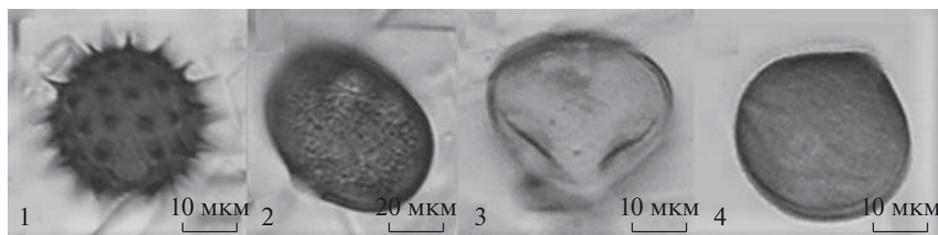


Рис. 5. Пыльца растений-медоносов в образцах меда Республики Башкортостан 2015 года. Условные обозначения: 1 – *H. annuus* L.; 2 – *V. cracca* L.; 3 – *T. cordata* Mill.; 4 – *T. repens* L.

Fig. 5. Pollen of honey plants in the honey samples of the Republic of Bashkortostan in 2015. Convention: 1 – *H. annuus* L.; 2 – *V. cracca* L.; 3 – *T. cordata* Mill.; 4 – *T. repens* L.

Образцы меда с территории Алтайского края (№ 11–15, 22, 25, 26, 29, 30) содержали наибольшее количество пыльцы *Fabaceae* (*Pisum sativum* L.), *Asteraceae* (*H. annuus* L.), *Tiliaceae* (*T. cordata* Mill.).

В меду с юга Красноярского края (№ 21, 23, 24, 31, 32) преобладала пыльца *Fabaceae* – Донника лекарственного *Melilotus officinalis* Desr. и *P. sativum* L.

В образцах меда из Башкирии (№ 1–10, 16–20) максимум обилия приходился на пыльцу *Asteraceae* (*H. annuus* L.), *Fabaceae* (*V. cracca* L., *T. repens* L.), *Tiliaceae* (*T. cordata* Mill.) (рис. 5).



Рис. 6. Пыльца растений-медоносов в образцах меда Республики Башкортостан 2016 года. Условные обозначения: 1 – *H. annuus* L.; 2 – *T. repens* L.; 3 – *M. officinalis* Moench; 4 – *O. sativa* Moench; 5 – *T. cordata* Mill.
Fig. 6. Pollen of honey plants in the honey samples of the Republic of Bashkortostan in 2016. Convention: 1 – *H. annuus* L.; 2 – *T. repens* L.; 3 – *M. officinalis* Moench; 4 – *O. sativa* Moench; 5 – *T. cordata* Mill.

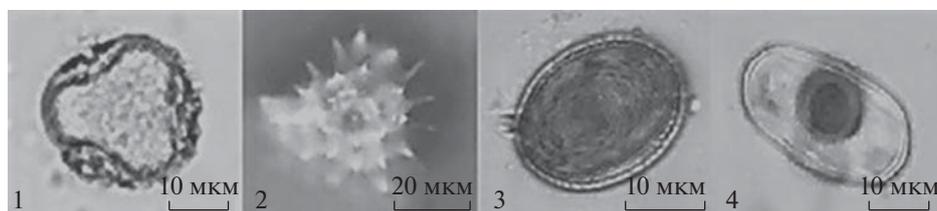


Рис. 7. Пыльца растений-медоносов в образцах меда Республики Башкортостан 2017 года. Условные обозначения: 1 – *T. cordata* Mill.; 2 – *H. annuus* L.; 3 – *F. esculentum* Mill.; 4 – *Angelica Sylvestris* L.
Fig. 7. Pollen of honey plants in the honey samples of the Republic of Bashkortostan in 2017. Convention: 1 – *T. cordata* Mill.; 2 – *H. annuus* L.; 3 – *F. esculentum* Mill.; 4 – *Angelica Sylvestris* L.

Таким образом, из 32 образцов меда (рис. 4) было выявлено 5 фальсификатов (№ 10, 17, 27, 28, 31), в которых вообще не обнаружено цветочной пыльцы.

По результатам анализа 30 образцов меда летнего медосбора 2016 года было определено, что из них – 15 полифлерные (№ 1–3, 6–9, 11, 12, 19, 21, 23, 24, 29, 30) и 15 монофлерные (№ 4, 5, 10, 13–18, 20, 22, 25–28). В сортах меда, собранных на Алтае, доминировала пыльца *Asteraceae* (*H. annuus* L.) и *Polygonaceae* (*F. esculentum* Mill.).

В образцах меда из Башкирии (№ 4, 5, 7, 13, 16, 17, 19, 20, 28) доминировала пыльца *Asteraceae* (*H. annuus* L.), *Fabaceae* (*T. repens* L., *M. officinalis* Moench, *O. sativa* Moench), *Tiliaceae* (*T. cordata* Mill.) (рис. 6).

Меды юга Красноярского края (№ 1–3, 8, 10–12, 21, 23, 24, 27, 30) преимущественно содержали пыльцу *Asteraceae* (*H. annuus* L.), *Fabaceae* (Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L., *T. repens* L.).

Из 30 образцов меда, изученного в 2016 году, было выявлено 3 фальсификатных, в которых не было обнаружено цветочной пыльцы.

В 2017 году было проанализировано 20 образцов меда летнего медосбора, из них 13 медов полифлерных (№ 1–5, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 19, 20) и 7 монофлерных (№ 6, 9, 11, 14, 15, 17, 18).

Образцы меда, собранные в Красноярском крае (№ 1, 3–5, 7, 20), обладали наибольшим количеством пыльцы растений семейств *Amaranthaceae* (Марь белая *Chenopodium album* L.), *Salicaceae* (Ива козья *Salix caprea* L.), *Brassicaceae* (Сурепка обыкновенная *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton).

Таблица 1. Пыльцевой состав образцов меда 2017 г. (%) и их ботаническое наименование
Table 1. Pollen composition of honey samples in 2017 (%) and botanical name

№ образца	Asteraceae	Tiliaceae	Fabaceae	Hypericaceae	Polygonaceae	Rosaceae	Grossulariaceae	Malvaceae	Umbelliferae	Boraginaceae	Amaranthaceae	Salicaceae	Brassicaceae	Название меда, заявленное продавцом	Название меда на основе мелиссопалинологического анализа
1	10								90					Разнотравный	Борщевиковый
2	100													Разнотравный	Подсолнечниковый
3											100			Разнотравный	Маревый
4												100		Разнотравный	Ивовый
5													100	Разнотравный	Сурепковый
6			70		30									Эспарцет	Разнотравный
7							100							Разнотравный	Смородиновый
8					100									Маточное молочко	Дудниковый
9	100													Липа сердцевидная	Подсолнечниковый
10	5	95												Бархат	Липовый
11	10				10					80				Эспарцет	Разнотравный
12			70						30					Горный	Разнотравный
13	97				3									Целитель	Подсолнечниковый
14	80		10							10				Донник	Подсолнечниковый
15	100													Расторопша	Подсолнечниковый
16								100						Полевые травы	Просвирниковый
17	40				60									Гречиха	Гречишный
18			60			40								Акация	Разнотравный
19	25		60		15									Разнотравный	Разнотравный
20	10			90										Разнотравный	Кипрейный

В образцах меда, произведенного в Республике Башкортостан (№ 6, 8–19), преобладала пыльца *Asteraceae* (*H. annuus* L.), *Polygonaceae* (*F. esculentum* Mill.) и *Fabaceae* (*O. sativa* Lam.) (рис. 7).

По результатам исследований было обнаружено 6 образцов с малым количеством пыльцевых зерен (№ 1, 2, 8, 10, 12, 16) (табл. 1). Кроме того, 8 образцов меда не соответствовали своим названиям, например, в липовом меде не было найдено ни одного пыльцевого зерна липы, но обнаружено большое количество пыльцы подсолнечника.

Анализируя палинологические данные о качестве медов за четыре года, можно констатировать снижение количества некачественного меда, представленного в торговых точках города Красноярска. Процент образцов с названием, не соответствующим отдельно ботаническому происхождению, имеет нестабильную динамику. До 2015 года показатель увеличивался, в 2016 году достиг нуля и в 2017 году опять резко увеличился (рис. 8).

Процент образцов с отсутствием пыльцевых зерен на протяжении четырех лет постепенно снижался и в 2017 году достиг нуля (рис. 9).

Лидирующие позиции в снижении образцов меда с отсутствием пыльцевых зерен занимал Алтайский край, в котором уже в 2015 году образцов, не содержащих зерен,

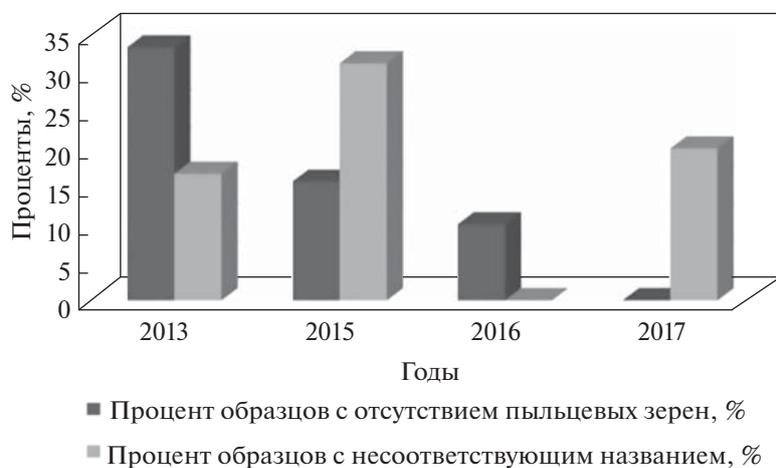


Рис. 8. Динамика изменения качества меда за 2013, 2015–2017 гг.

Fig. 8. Dynamics of honey quality change for 2013, 2015–2017.



Рис. 9. Динамика изменения количества образцов без пыльцевых зерен по трем основным районам реализуемого в г. Красноярске меда.

Fig. 9. Dynamics of changes in the number of samples without pollen grains for the three main areas of honey, which sold in Krasnoyarsk.

не наблюдалось, хотя в 2013 году показатель был высок. Красноярский край в 2015–2016 годах занимал худшие позиции и доля искусственного меда было около 20%.

ВЫВОДЫ

Среди многообразия методов определения качества меда (сенсорный, органолептический, физический, химический) мелиссопалинологический метод является самым достоверным. Результаты его применения позволяют уверенно судить о ботаническом

и географическом происхождении меда, точно идентифицируя пыльцевые зерна растений-медоносов в образцах.

Проведенные нами впервые для города Красноярска мелиссопалинологические исследования значительного количества образцов меда показали, что доминирующими семействами растений-медоносов оказались Астровые (Asteraceae), Липовые (Tiliaceae), Бобовые (Fabaceae) и Гречишные (Polygonaceae). Динамика изменений качества разных видов меда, представленных на территории Красноярска, в целом положительная. Количество искусственного меда (без пыльцевых зерен) сократилось до нуля в 2017 году. Но проблема несоответствия названия меда его ботаническому происхождению все еще существует.

На основе палинологических исследований установлено, что наиболее качественными медами являются сорта из Алтайского края. Наиболее натуральными оказались разнотравные, подсолнечниковые, липовые и акациевые сорта меда независимо от региона получения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашова Е.Ю., Фарамзян А.С. Охрана географического происхождения меда в Евросоюзе и России // Пчеловодство. 2010. № 7. С. 42–44.
2. Богданов С. Международные требования к качеству меда // Ее величество пчела. 2012. № 2. С. 5–6.
3. Бурмистров А.Н., Русакова Т.М. Пыльца в продуктах пчеловодства // Пчеловодство. 1993. № 5. С. 28–29.
4. Бурмистров А.Н. Медоносные растения и их пыльца. Москва: Росагропромиздат, 2000. 375 с.
5. Верещагин В.И. Медоносные ресурсы Алтайского края. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1961. 100 с.
6. Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Пыльцевой анализ. Москва: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1950. 571 с.
7. Дзюба О.Ф. Атлас пыльцевых зерен (неацетоллизированных и ацетоллизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне восточной Европы. Москва: ИГиРГИ, 2005. 68 с.
8. Курпиянова Л.А. К вопросу о строении оболочки пыльцевых зерен // Ботанический журн. 1956. Т. 41. № 8. С. 125–129.
9. Курпиянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры СССР. Т. 1. Руководство. Ленинград: Наука, 1972. 171 с.
10. Курпиянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР. Т. 3. Руководство. Ленинград: Наука, 1978. 183 с.
11. Курманов Р.Г. Палинология. Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. 128 с.
12. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. Москва: Наука, 1967. 270 с.
13. Угринович Б.А., Фарамзян А.С. Ботаническое происхождение меда // Пчеловодный Вестник. 2002. № 11(15). С. 3–8.

Palynoidication of Honey in Krasnoyarsk in 2013, 2015–2017

G. Yu. Yamskikh^{1, *}, V. O. Brungardt^{1, **}, D. Ye. Makarchuk^{1, ***},
N. V. Lebedeva^{1, ****}, and N. Yu. Zharinova^{1, *****}

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

*e-mail: yamskikh@mail.ru

**e-mail: bruvika@mail.ru

***e-mail: bolkunova91@mail.ru

****e-mail: fidelika@bk.ru

*****e-mail: nata_1986@bk.ru

The article presents the results of spore-pollen analysis of honey samples of different origin, purchased at retail outlets in Krasnoyarsk in 2013 and 2015–2017. The obtained data showed that not all honey correspond to its geographical and botanical origin and do not match the parameters of naturalness. Honey are presented in Krasnoyarsk from Republic Bashkortostan, Altai region and the South of Krasnoyarsk region, less common is honey from the Khabarovsk region and Kazakhstan. The leading position in 2015–2017 in the number of

quality samples of honey was occupied by the Altai territory. This figure has improved twice compared to 2013. Honey produced in the territory of Krasnoyarsk region and implemented in Krasnoyarsk in 2015 and 2016 by 20% (of the total number of samples studied) was artificial, pollen of honey plants was completely absent in them. Honey from Republic of Bashkortostan in 2013, 2015 and 2016 for 10–20% was artificial. The index of low-quality samples (with the absence of pollen grains) in all regions of honey production decreased from 33% in 2013 to 0% in 2017. Among all the honey sold in Krasnoyarsk, the samples of motley grass, sunflower, lime and acacia honey most corresponded to GOST.

Keywords: melissopalynology, spore-pollen analysis, the quality of honey, honey plants, botanical and geographical origin of honey, artificial honey, Krasnoyarsk

REFERENCES

1. Balashova E.Yu., Faramzyan A. S. Oхрана географического происхождения меда в Евросоюзе и России // Pchelovodstvo. 2010. № 7. S. 42–44.
2. Bogdanov S. Mezhdunarodnye trebovaniya k kachestvu meda // Ee velichestvo pchela. 2012. № 2. S. 5–6.
3. Burmistrov A.N., Rusakova T.M. Pyl'ca v produktax pchelovodstva // Pchelovodstvo. 1993. № 5. S. 28–29.
4. Burmistrov A.N. Medonosnye rasteniya i ix pyl'ca. Moskva: Rosagropromizdat, 2000. 375 s.
5. Vereshhagin V.I. Medonosnye resursy Altajskogo kraja. Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1961. 100 s.
6. Grichuk V.P., Zaklinskaya E.D. Pyl'cevoj analiz. Moskva: Gos. izd-vo geol. lit-ry, 1950. 571 s.
7. Dzyuba O.F. Atlas pyl'cevyx zeren (neacetolizirovannyx i acetolizirovannyx), naibolee chasto vstrechayushhixsya v vozdushnom bassejne vostochnoj Evropy. Moskva: IGI RGI, 2005. 68 s.
8. Kupriyanova L.A. K voprosu o stroenii obolochki pyl'cevyx zeren // Botanicheskij zhurnal. 1956. T. 41. № 8. S. 125–129.
9. Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. Pyl'ca i spory rastenij flory SSSR. T. 1. Rukovodstvo. Leningrad: Nauka, 1972. 171 s.
10. Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. Pyl'ca dvudol'nyx rastenij flory Evropejskoj chasti SSSR. T. 3. Rukovodstvo. Leningrad: Nauka, 1978. 183 s.
11. Kurmanov R.G. Palinologiya. Ufa: RIC BashGU, 2014. 128 s.
12. Sladkov A.N. Vvedenie v sporovo-pyl'cevoj analiz. Moskva: Nauka, 1967. 270 s.
13. Ugrinovich B.A., Faramazyan A.S. Botanicheskoe proisxozhdenie meda // Pchelovodnyj Vestnik. 2002. № 11(15). S. 3–8.

60 ЛЕТ ПАЛЕОЛИМНОЛОГИИ В РОССИИ

© 2020 г. Т. В. Сапелко^{а, *}, Д. А. Субетто^{б, **}

^аИнститут озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

^бРГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: tsapelko@mail.ru

**E-mail: subetto@mail.ru

Поступила в редакцию 27.12.2019 г.

После доработки 15.01.2020 г.

Принята к публикации 19.01.2020 г.

Началом отсчета палеолимнологии как отдельного направления науки в СССР/России можно считать основание первой палеолимнологической лаборатории в Лимнологическом институте СО АН СССР (Иркутск) в 1959 г. Основателем этого научного направления в России по праву можно считать Герберта Генриховича Мартинсона. В течение 60 лет палеолимнология развивается: создаются новые лаборатории и исследовательские группы, работает Палеолимнологическая комиссия в Русском географическом обществе, проводятся конференции и т.д.

Ключевые слова: палеолимнология, Г.Г. Мартинсон, Палеолимнологическая комиссия Русского географического общества

DOI: 10.31857/S086960712001005X

Палеолимнология – наука, которая на основе комплексного исследования осадочной толщи в озерах изучает пространственно-временные особенности возникновения и развития озер, изменения их гидрологического, гидрохимического и биологического режимов, растительного и животного мира и смену экологических обстановок за период их существования под воздействием природных и антропогенных факторов. Донные отложения озер являются одним из важных компонентов озерных экосистем. В них накоплена наиболее полная информация об истории развития водоемов. Донные отложения содержат “летопись” продукционно-биологических и физико-химических процессов, протекающих в озерах на протяжении всей их истории, в том числе реакций на изменения климата и других природных факторов. Палеолимнология – дисциплина на стыке наук: географии, геологии, гидрологии, биологии, палеонтологии, палеоэкологии, палеоклиматологии и др. Традиционно палеолимнология ограничивается изучением истории современных озер. Однако, озера и озерные ландшафты существовали на протяжении разных геологических периодов и занимали в отдельные эпохи весьма значительные пространства, что было связано с климатическими и тектоническими особенностями этих эпох. Именно с озерными отложениями различного геологического возраста связаны многие полезные ископаемые – каменные и бурые угли, железные руды, каменные соли, гипсы, цеолиты, бокситы, строительные материалы и др. Поэтому изучение закономерностей распространения древних озер и их донных отложений имеет не только научный интерес для познания эволюции ландшафтов, но и важное практическое значение.

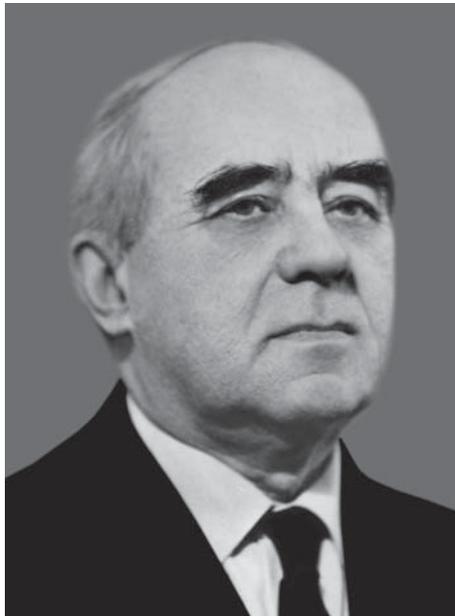


Рис. 1. Герберт Генрихович Мартинсон (1911–1997).

Fig. 1. Gerbert Martinson (1911–1997).

История развития озер начала интересовать ученых довольно давно. В России первые публикации на эту тему начали появляться в конце XIX в. В 1908 г. Русским географическим обществом изданы подробные “Инструкции для исследования озер”, в которых Владимиром Афанасьевичем Обручевым были подробно рассмотрены вопросы происхождения озерных котловин, формирования озерных отложений, их возраста, изменения уровня озер и многие другие. Условия возникновения и развития озер активно начали исследовать с 1930-х гг. Однако акцент в исследованиях был в основном палеогеографическим. По мере развития лимнологии и изучения донных отложений озер различных регионов СССР назрела необходимость исследования развития истории озер как целостных гео- и экосистем. Возникновение озер, их развитие, а иногда и исчезновение служат хорошими реперами изменений природной среды. Систематизация данных по появлению, развитию и исчезновению озер позволяет уточнить переломные этапы их эволюции.

Началом палеолимнологии как отдельного направления науки в СССР/России можно считать основание первой палеолимнологической лаборатории, а основоположником этого научного направления в нашей стране – Г.Г. Мартинсона (рис. 1). В 1959 г. Г.Г. Мартинсон [1] организовал и возглавил первую в Советском Союзе лабораторию палеолимнологии в Лимнологическом институте СО АН СССР (Иркутск). В 1972 г. он создал сектор палеолимнологии в Институте озероведения АН СССР, а в 1976 г. сформировал Палеолимнологическую комиссию в Географическом обществе СССР (ныне Русское географическое общество), председателем которой он оставался до своей кончины.

В 1944 г. по инициативе Глеба Юрьевича Верещагина в Москве была создана Лаборатория озероведения при Академии наук СССР. В 1945 г. Лаборатория была переведена в Ленинград. Палеолимнологическое направление определилось с первых дней существования Лаборатории озероведения: среди главных задач ее исследований на



Рис. 2. Николай Иванович Семенович (1907–1972).

Fig. 2. Nikolay Semenovich (1907–1972).

первом месте значилось изучение “происхождения и истории развития главнейших типов озер”. Не случайно Лабораторию озероведения в первые годы ее существования возглавляли геологи — академик Николай Михайлович Страхов (1944 г.), а с 1945 по 1955 г. — академик Дмитрий Васильевич Наливкин. Они считали, что процессы, протекающие в озерах и сказывающиеся на составе, структуре и текстурах донных осадков, представляют собой, по сути, геологические явления [10]. В первые десятилетия существования Лаборатории озероведения палеолимнологические исследования проводились под руководством Н.И. Семенова (рис. 2). В эти годы палеолимнология ограничивалась изучением преимущественно истории Ладожского озера: были, в частности, исследованы первые керны донных отложений Ладоги.

В 1971 г. Лаборатория озероведения преобразована в Институт озероведения АН СССР, а в 1972 г. Г.Г. Мартинсон организует в институте Сектор палеолимнологии. Здесь сложился коллектив лимнологов, палеонтологов (специалистов по различным группам ископаемых организмов — моллюскам, остракодам, харовым и диатомовым водорослям, а также спорово-пыльцевому анализу), геологов-литологов, геоморфологов. По инициативе Г.Г. Мартинсона и Дмитрия Дмитриевича Квасова (1932–1989), силами коллектива палеолимнологов, с привлечением специалистов из разных научных учреждений СССР, в течение 1986–1998 гг. была выпущена серия коллективных монографий по истории озер, аналогов которой по временному диапазону и комплексности проработки огромной базы фактических данных не существует в мире. Монографии рассматривают развитие озер на территории СССР от палеозоя до голоцена. Всего было выпущено 8 книг [2–9].

Палеолимнологическое направление в Институте озероведения РАН развивается непрерывно до настоящего времени. После Г.Г. Мартинсона группой палеолимнологии, которая, в результате реорганизаций структуры Института, в основном существовала

в составе Лаборатории географии (сейчас – географии и гидрологии), руководили Наталья Наумовна Давыдова, Д.А. Субетто и с 2010 г. по настоящее время – Т.В. Сапелко.

Лаборатория палеолимнологии Лимнологического института СО РАН в настоящее время после длительного перерыва плодотворно работает на оз. Байкал. Руководит этой лабораторией А.П. Федотов. В 2014 г. Д.А. Субетто создал Палеолимнологическую лабораторию в Институте водных проблем Севера Карельского научного центра РАН (Петрозаводск), которую в настоящее время возглавляет Н.А. Белкина. Палеолимнологические исследования в последние годы также проводятся в Российском государственном педагогическом университете им. А.И. Герцена, в Санкт-Петербургском государственном университете и в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (Санкт-Петербург), в институтах Кольского научного центра РАН (Апатиты), в Северо-восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова (Якутск), в Казанском (Волжском) федеральном университете (Казань), в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск), в Институте географии ДВО РАН (Владивосток) и других научных центрах России.

С организацией Г.Г. Мартинсоном первой Палеолимнологической лаборатории на Байкале появилась и идея проведения конференций по истории озер. С 1965 по 1995 гг. в разных городах нашей страны проводились совещания и симпозиумы по истории озер, в среднем с интервалом в 3 года. В 2014 г., после значительного перерыва, по инициативе Д.А. Субетто традиция проведения Палеолимнологических конференций продолжилась уже на международном уровне. За это время проведено три Международных конференции “Палеолимнология Северной Евразии. Опыт, методология, современное состояние”: в 2014 г. в Петрозаводске (Карельский научный центр РАН), в 2016 г. в Якутске (Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова), в 2018 г. в Казани (Казанский (Привожский) федеральный университет). В 2020 г. в Иркутске (Лимнологический институт СО РАН) готовится следующая конференция, которая пройдет на базе первой Палеолимнологической лаборатории нашей страны [11].

Палеолимнологическая комиссия Русского географического общества непрерывно работает со дня ее создания в 1976 г. Г.Г. Мартинсоном [12]. Комиссия организована на основании решения IV Всесоюзного симпозиума по истории озер, проведенного Институтом озероведения АН СССР и Географическим обществом в 1975 г. Большой интерес к комиссии проявили специалисты разных научных направлений. Первым председателем комиссии стал Г.Г. Мартинсон, секретарем – Н.В. Толстикова. Позже комиссию возглавила Н.Н. Давыдова – известный специалист в области диатомового анализа в России и за рубежом, а секретарем стала И.Ю. Неуструева. С 2004 г. комиссию возглавляет Д.А. Субетто, а секретарем является Т.В. Сапелко. Под эгидой Палеолимнологической комиссии РГО проводятся все палеолимнологические конференции, включая планируемую в 2020 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герберт Генрихович Мартинсон (к 100-летию со дня рождения) // Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 5. С. 84–86.
2. История озер СССР. Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер. Л.: Наука, 1986. 253 с.
3. История озер СССР. История озер позднего палеозоя и раннего мезозоя. Л.: Наука, 1987. 280 с.
4. История озер СССР. История озер позднего мезозоя и кайнозоя. Л.: Наука, 1988. 291 с.
5. История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990. 279 с.
6. История озер СССР. История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал. Л.: Наука, 1991. 301 с.
7. История озер. История озер Восточно-Европейской равнины. СПб.: Наука, 1992. 262 с.
8. История озер. История озер севера Азии. СПб.: Наука, 1995. 188 с.

9. История озер. История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины. СПб.: Наука, 1998. 404 с.
10. Неуструева И.Ю., Сапелко Т.В. Палеолимнологическое направление исследований // 70 лет Институту озероведения РАН. СПб.: Свое издательство, 2017. С. 135–141.
11. <http://www.lin.irk.ru/paleo2020/ru/>
12. <https://www.rgo.ru/ru/spb/komissii/paleolimnologicheskaya-komissiya>

60 Years of Paleolimnology in Russia

T. V. Sapelko^{1, *} and D. A. Subetto^{2, **}

¹*Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia*

²*Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia*

*e-mail: tsapelko@mail.ru

**e-mail: subetto@mail.ru

The foundation of paleolimnology, as a separate science in USSR/Russia, can be considered as the opening of the first Paleolimnology laboratory at the Limnological Institute, Siberian branch of Academy of Sciences of USSR (Irkutsk) in 1959. Gerbert Martinson can rightfully be considered as the founder of this research direction in Russia. During 60 years paleolimnology has been developed in USSR/Russia; new laboratories and research groups have been created, the Paleolimnology Commission has worked at the Russian Geographical Society, many conferences have been organized.

Keywords: paleolimnology, G.G. Martinson, Paleolimnology Commission of the Russian Geographical Society

REFERENCES

1. Gerbert Genrixovich Martinson (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya) // Izvestiya RGO. 2011. T. 143, vy`p. 5. S. 84–86.
2. Istoriya ozer SSSR. Obshhie zakonomernosti vozniknoveniya i razvitiya ozer. Metody` izucheniya istorii ozer. L.: Nauka, 1986. 253 s.
3. Istoriya ozer SSSR. Istoriya ozer pozdnego paleozoya i rannego mezozoya. L.: Nauka, 1987. 280 s.
4. Istoriya ozer SSSR. Istoriya ozer pozdnego mezozoya i kajnozoya. L.: Nauka, 1988. 291 s.
5. Istoriya ozer SSSR. Istoriya Ladozhskogo, Onezhskogo, Pskovsko-Chudskogo ozer, Bajkala i Xanki. L.: Nauka, 1990. 279 s.
6. Istoriya ozer SSSR. Istoriya ozer Sevan, Issy`k-Kul`, Balxash, Zajsan i Aral. L.: Nauka, 1991. 301 s.
7. Istoriya ozer. Istoriya ozer Vostochno-Evropejskoj ravniny`. SPb.: Nauka, 1992. 262 s.
8. Istoriya ozer. Istoriya ozer severa Azii. SPb.: Nauka, 1995. 188 s.
9. Istoriya ozer. Istoriya plejstocenovyx ozer Vostochno-Evropejskoj ravniny`. SPb.: Nauka, 1998. 404 s.
10. Neustrueva I.Yu., Sapelko T.V. Paleolimnologicheskoe napravlenie issledovaniy // 70 let Institutu ozerovedeniya RAN. SPb.: Svoe izdatel`stvo, 2017. S. 135–141.
11. <http://www.lin.irk.ru/paleo2020/ru/>
12. <https://www.rgo.ru/ru/spb/komissii/paleolimnologicheskaya-komissiya>