

СОДЕРЖАНИЕ

Том 154, номер 3, 2022

К столетию со дня рождения А.Г. Исаченко (1922–2018)	3
Отклик рискованного земледелия на проявление аномальных погодно-климатических ситуаций в изменяющемся климате <i>М. В. Николаев</i>	11
Особенности кинетических процессов трансформации органического вещества в эвтрофных водоемах Карелии <i>А. В. Леонов, М. В. Зобкова</i>	28
Подходы к оценке пространственной организации рекреации и туризма на различных территориальных уровнях <i>Т. Е. Исаченко</i>	47
Эволюция функционального зонирования национального парка “Тункинский” <i>Д. Г. Будаева, Л. Б-Ж. Максанова, В. Д. Шарлдаева</i>	66
Оценка и нормирование рекреационных нагрузок на побережье озера Дус-Холь (Тыва) <i>И. В. Андреева, Ч. Н. Самбыла, А. В. Пузанов, Ч. Б. Монгуш, А. М. Оюн</i>	77
Новые сведения об экспедиции Р. Мурчисона в Россию <i>М. Г. Цинкобурова</i>	86
О конфликте Э.В. Толля и Н.Н. Коломейцева во время экспедиции для поиска Земли Санникова <i>Н. Г. Сухова</i>	96
Первый съезд Российской ассоциации исследователей Гималаев и Тибета (Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2021 года) <i>Л. Я. Боркин, Ю. В. Ефремов</i>	105

К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.Г. ИСАЧЕНКО (1922–2018)

DOI: 10.31857/S0869607122030077



28 мая 2022 года исполнилось 100 лет со дня рождения Анатолия Григорьевича Исаченко. Это имя известно всем географам на пространстве от Балтики до Тихого океана. Научное наследие ученого огромно и не “вписывается” целиком в традиционные разделы географии: он создал новые направления науки на стыке естественных и общественных географических дисциплин. Однако в первую очередь имя А.Г. Исаченко связывается с учением о ландшафте, и все ныне живущие поколения ландшафтоведов в России и странах бывшего СССР учились по его учебникам и пользуются составленными им ландшафтными картами.

Анатолий Григорьевич родился в 1922 г. в белорусском городе Гомеле, в семье рабочего типографии. Мировосприятие будущего ученого складывалось под влиянием природы Белорусского Полесья, книг Элизе Реклю, Жюль Верна и популяризатора науки Николая Рубакина, интереса к географическим картам и полярным экспедициям довоенных лет.

В 1939 г. А.Г. поступил на географический факультет Ленинградского университета. До начала Великой отечественной войны он успел окончить два курса кафедры картографии, и в июне 1941 г. был направлен на производственную практику в экспедицию Института галургии, выполнявшую топографическую съемку районов месторождений калийных солей в Молотовской (Пермской) области. Почти всю войну А.Г. провел на



Рис. 1. С.В. Калесник и А.Г. Исаченко. 1950-е гг.

Fig. 1. S.V. Kalesnik and A.G. Isachenko. 1950 s.

Урале: он работал в военной картосоставительской части в Свердловске, районном лесничестве и других организациях. Весной 1945 г. продолжил обучение в ЛГУ.

Учеба на кафедре картографии не только подкрепила интерес к картам, проявленный с детских лет, но предопределила поистине любовь к карте, которую ученый пронес через всю свою жизнь и научную деятельность. На старших курсах университета у А.Г. появился интерес к ландшафтным картам, который поддержал заведующий кафедрой картографии профессор А.В. Граур. Еще в 1946 г. А.Г. составил в качестве курсовой работы ландшафтную карту Пиренейского полуострова – по всей видимости, первую ландшафтную карту, созданную в Ленинградском университете.

В 1946 г. А.Г. участвовал в экспедиции в восточном секторе Арктики на дизель-электроходе “Северный полюс”. На основе этого плавания А.Г. выполнил дипломную работу “Географическая изученность восточных морей Советской Арктики” под руководством выдающегося океанолога В.Ю. Визе и опубликовал первую научную работу (1947 г.). Однако все последующие исследования ученого были связаны только с сушей.

Вся творческая жизнь А.Г. Исаченко связана с Ленинградским—Санкт-Петербургским университетом, где он окончил аспирантуру при кафедре физической географии, был ассистентом, доцентом, профессором, заведующим этой кафедрой, заведующим Лабораторией ландшафтоведения и тематического картографирования НИИ географии, ведущим научный сотрудник НИИ географии, факультета географии и геоэкологии, Института наук о Земле.

От своих учителей Л.С. Берга и С.В. Калесника А.Г. Исаченко воспринял идеи ландшафтно-географической школы Петербургского университета, основы которой были заложены В.В. Докучаевым. На научные интересы и взгляды ученого большое влияние оказали также В.Ю. Визе, А.В. Граур, С.В. Обручев, В.Б. Сочава, С.П. Сулов, Я.С. Эдельштейн.



Рис. 2. М.П. Петров, А.Г. Исаченко, Н.А. Солнцев, Н.А. Гвоздецкий, В.С. Преображенский. Всесоюзное ландшафтное совещание. Пермь, 1979 г.

Fig. 2. M.P. Petrov, A.G. Isachenko, N.A. Solntsev, N.A. Gvozdetsky, V.S. Preobrazhensky. All-Union Landscape Conference. Perm, 1979.

Первая книга А.Г. Исаченко “Основные вопросы физической географии”, сделанная на основе кандидатской диссертации и опубликованная в 1953 г., стала крупным событием в отечественном ландшафтоведении, которое в середине XX в. оформлялось в самостоятельное научное направление. Монография вызвала большой резонанс, рецензировалась в печати и обсуждалась в различных географических сообществах. Дискуссия по книге способствовала увеличению числа сторонников “ландшафтного движения” в СССР, и А.Г. Исаченко стал одним из его основателей и вдохновителей. В 1955 г. по инициативе А.Г. Исаченко было создано первое Всесоюзное совещание по ландшафтоведению в Ленинграде, где А.Г. выступил с заглавным докладом, опубликованным в “Известиях ВГО” (1955). В этом докладе он сформулировал ряд первоочередных задач, стоявших перед ландшафтоведами: разработка методики полевых ландшафтных исследований, создание ландшафтных карт, ландшафтное (физико-географическое) районирование крупных регионов.

Эти задачи А.Г. Исаченко осуществлял, проводя полевые исследования ландшафтов. В 1948–1956 гг. ученый работал на Северо-Западе Европейской России: на Карельском перешейке, в Северном Приладожье, на Вепсовской возвышенности, в разных районах Псковской и Новгородской областей. В этих экспедициях были разработаны и “отшлифованы” принципы и методы полевого изучения и картографирования

природных территориальных комплексов различного пространственного ранга, заложены основы типологии ландшафтов.

Почти 3 года (1957–1959) А.Г. Исаченко провел в Китайской Народной Республике, где он преподавал в Пекинском университете и университете им. Сун-Ятсена (г. Гуанчжоу) и изучал ландшафты Китая, разработал физико-географическое районирование страны, основал ландшафтно-географическую полевую станцию в провинции Гуандун. Знакомство с субтропическими и тропическими ландшафтами Китая сыграло немалую роль в последующих работах А.Г. по систематике ландшафтов в глобальном масштабе.

В 1958–1961 гг. издана трехтомная монография “Физико-географическое картирование”, которую А.Г. Исаченко защитил в 1963 г. как докторскую диссертацию. Третий том этой работы стал первым в СССР и странах Восточной Европы руководством по созданию ландшафтных карт.

В 1960–1980-х гг. А.Г. Исаченко руководил полевыми ландшафтными исследованиями на Севере и Северо-Западе Европейской России (Архангельская обл., Ненецкий национальный округ, Коми АССР, Мурманская обл. и др.), в Прибалтике (Эстония, Латвия), Украинском Полесье. Эти работы, сопровождавшиеся ландшафтным картографированием в разных масштабах, позволили ученому перейти к региональным ландшафтно-географическим обобщениям и формулированию представлений о закономерностях физико-географической дифференциации на локальном, региональном и глобальном уровнях, многоярном физико-географическом районировании и географическом ландшафте как о природном территориальном комплексе, однородном в зональном и азональном отношениях. Эти идеи были сформулированы в первом в СССР вузовском учебнике по основам ландшафтоведения и физико-географическому районированию (1965). Выдающимся образцом ландшафтного анализа крупного региона стала выпущенная в том же году монография “Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР” (в соавторстве с З.В. Дашкевич и Е.В. Карнауховой).

Материалы полевых исследований А.Г. Исаченко в различных регионах Земли (от тундры Европейской России до тропиков острова Хайнань в Южном Китае) и обобщение мирового опыта тематического картографирования природы послужили основой для разработки принципов классификации ландшафтов на макрорегиональном и глобальном уровнях. Эти подходы были воплощены при создании Ландшафтной карты СССР в масштабе 1 : 4000000 (1988). Карта стала результатом многолетнего синтеза собственных разработок А.Г. Исаченко и региональных ландшафтных карт, составленных ландшафтоведами России, Украины, Эстонии, Латвии, Литвы, Грузии, Армении, Азербайджана, Узбекистана, с которыми А.Г. Исаченко плодотворно сотрудничал. В основе карты – стройная систематика ландшафтов, учитывающая положение картографируемых единиц в “трехмерной системе координат” (широтная зональность, меридиональная секторность, высотная поясность) и особенности их твердого фундамента (литогенной основы). Карта и дополняющая ее монография “Ландшафты СССР” (1985) до сих пор остаются непревзойденным образцом представления ландшафтов территории, сопоставимой по размеру с материком; ее широко используют в научных и учебных целях.

Ландшафтный синтез на глобальном уровне представлен в монографии А.Г. Исаченко “Ландшафты” в серии “Природа Мира” (1989, совместно с А.А. Шляпниковым). Эта книга, включающая ландшафтные карты всех материков и их отдельных частей, остается незаменимым справочником по ландшафтному разнообразию Земного шара.

С середины 1960-х гг. важнейшей стороной деятельности А.Г. Исаченко стало практическое применение результатов ландшафтных исследований: в территориальном планировании, при решении задач оценки природных ресурсов и рационального природопользования, проектировании особо охраняемых природных территорий и

рекреационных зон, реализации крупных гидротехнических проектов, в лесном хозяйстве, а также в сфере обороны.

С 1965 г. начались многолетние работы с институтом ЛенНИИпроект по ландшафтному обоснованию проектирования Лесопаркового пояса Ленинграда и разработке ландшафтно-географического обеспечения технико-экономического обоснования Генерального плана Ленинграда и его пригородной зоны. Эти работы, проводившиеся под руководством А.Г. Исаченко (в том числе – в сотрудничестве с главным архитектором Ленинграда Г.Н. Булдаковым) включали полевые исследования природных территориальных комплексов, создание ландшафтных карт разных масштабов, оценку территории (преимущественно с рекреационной точки зрения), обоснование организации территории наиболее перспективных участков.

Своего рода вехой в развитии прикладных ландшафтных исследований стал семинар в Кяэрику (Эстония) в 1972 г., где А.Г. Исаченко в своем докладе назвал “сверхзадачей” территориального планирования создание культурного ландшафта и обосновал состав типовой серии прикладных ландшафтных карт применительно к любому виду территориальной планировки (инвентаризационная, оценочная, прогнозная и рекомендательная карты).

В середине 1970-х гг. под руководством А.Г. Исаченко была разработана ландшафтная основа для предпроектных работ по организации территории Северо-Западного экономического региона (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Базовая ландшафтная карта территории составлена в масштабе 1 : 1 000 000; в регионе выделено около 70 ландшафтных районов (индивидуальных ландшафтов). Для каждого района было рассчитано несколько десятков показателей, отображенных на отдельных картах, включающих: 1) аналитические карты, характеризующие состояние ландшафтов и их ресурсно-экологический потенциал (климатические показатели, водные ресурсы, заторфованность территории, ресурсы минеральных строительных материалов, лесные ресурсы, сельскохозяйственная освоенность и др.); 2) оценочные карты (условия сельскохозяйственного освоения, инженерно-строительная и рекреационная оценки). Результаты синтеза аналитических и оценочных карт отображались на карте комплексной планировочной классификации ландшафтов. На ней исходные ландшафтные районы объединены в 15 групп с учетом основных параметров ресурсно-экологического потенциала, естественных ограничений для инженерного освоения, приоритетного и сопутствующих направлений функционального назначения земель, необходимых мероприятий по оптимизации природной среды.

Принцип сочетания регионального подхода с типологическим, позволяющим с максимальной полнотой и комплексностью учесть локальные различия в природных условиях, был апробирован в работах по подготовке генерального плана развития Ленинграда и его пригородной зоны, проводившихся под руководством А.Г. Исаченко в 1979–1980-е гг. Исходной ландшафтной основой послужила схема ландшафтного районирования Северо-Запада Европейской России, в соответствии с которой была составлена серия производных аналитических и оценочных карт. Сходная методика была применена при разработке мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов бассейна Ладожского озера (1986–1991 г.).

Большой опыт прикладных ландшафтных исследований А.Г. Исаченко представлен в многочисленных статьях и монографиях “Прикладное ландшафтоведение” (1976) и “Методы прикладных ландшафтных исследований” (1980). Работы такого рода привлекли внимание ученого к негативным последствиям вмешательства человека в естественные процессы функционирования и развития ландшафтов, и послужили основой разработки комплекса научно обоснованных мероприятий по оптимизации природной среды. Эти идеи наиболее полно изложены в монографии “Оптимизация природной среды” (1980).

В работах А.Г. Исаченко картографирование выступает как неотъемлемый инструмент физико-географического исследования, наиболее эффективный метод представления информации о ландшафтной структуре любой территории, важнейшее средство поиска связей и закономерностей в природе. Число созданных ученым карт огромно. Сотни разработанных им оригинальных тематических карт опубликованы отдельными изданиями, в составе комплексных атласов и в качестве приложений к статьям и монографиям. А.Г. Исаченко участвовал в выпуске комплексных атласов всех областей и республик Северо-Запада Европейской России (1960–1980-е гг.), был главным редактором некоторых из них, им созданы ландшафтные карты Архангельской, Ленинградской и Псковской областей и Республики Коми. А.Г. Исаченко – автор уникальных серий природно-ресурсных и ландшафтно-экологических карт Северо-Запада Европейской России и бассейна Ладожского озера; им выполнено много прикладных ландшафтных карт по заказам различных учреждений и организаций. А.Г. участвовал в создании первой “Эколого-географической карты России” (1996), атласа “Природа и ресурсы Земли” (1998). За участие в создании первого “Экологического атласа России” (2002) ученый был удостоен премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

С начала 1970-х гг. исследования А.Г. Исаченко выходят за рамки ландшафтоведения и физической географии в целом, приобретая общегеографический характер. В 1971 г. в “Известиях ВГО” опубликована его большая статья “О единстве географии”, в которой критически проанализированы различные точки зрения на пути преодоления разрыва между естественными и общественными отраслями географии и возможность создания “единой географии”. Свой взгляд на проблему интеграции географии А.Г. подробнее изложил в цикле статей, напечатанных в “Известиях ВГО” в 1986–1987 гг. Ученый аргументированно возражал против идеи слияния двух ветвей географии в некую “единую географию”. Интеграция географических наук должна основываться на разработке географических аспектов общенаучной проблемы взаимодействия природы и общества и опираться на интеграционный потенциал, накопленный в этом отношении ландшафтоведением. Эти положения А.Г. развивал на многочисленных конкретных примерах в своих последующих работах. Систематическое изложение основ общегеографической методологии А.Г. дал в учебнике для студентов-географов “Теория и методология географической науки” (2004).

На рубеже XX и XXI столетий А.Г. Исаченко развивает эколого-географическое направление в науке. В многочисленных статьях и монографиях он обосновал решающую роль комплексной физической географии и ландшафтного подхода в решении региональных и глобальных проблем взаимодействия природы и общества, разработал показатели ресурсного и экологического потенциала ландшафта, продовольственно-ресурсного потенциала ландшафта, экологической емкости ландшафта. Эти показатели наряду с хозяйственной и демографической статистикой использованы ученым на многих примерах анализа конкретных природно-общественных связей.

Обобщение огромных массивов разнородных данных на ландшафтной основе позволило А.Г. Исаченко выполнить анализ современного состояния природной среды Северо-Запада Европейской России и всей территории России, результаты которого опубликованы соответственно в монографиях “Экологическая география Северо-Запада России” (1995) и “Экологическая география России” (2001). В последней книге А.Г. Исаченко “Ландшафтная структура Земли, расселение, природопользование” (2008) обобщены результаты многолетних исследований по оценке влияния ландшафтной структуры на территориальные различия в расселении и хозяйственной деятельности человека (в особенности сельском хозяйстве) на нескольких уровнях: глобальном, материка (Африка), страны (Россия) и макрорегиона (Северо-Запад Российской Федерации).

На протяжении всего периода деятельности А.Г. Исаченко интересовали вопросы истории географической науки, особенно вклад школы В.В. Докучаева в физическую географию. Еще в 1950-х гг. А.Г. опубликовал статьи о географических идеях выдающихся докучаевцев Г.Ф. Морозова и С.С. Неуструева, а работам Г.Н. Высоцкого посвятил небольшую книгу (1953). В 1996 г. в “Известиях РГО” опубликована обстоятельная статья о современном значении идей В.В. Докучаева. Неоднократно А.Г. писал о работах своих старших современников, в особенности Л.С. Берга, С.В. Калесника и В.Б. Сочавы. В XXI в. А.Г. публикует серию статей о выдающихся представителях первого поколения советских географов, с которыми его соединяла дружба и совместная деятельность: Д.Л. Арманде, И.П. Герасимове, К.И. Геренчуке, А.М. Мариниче, К.К. Маркове, Э.М. Мурзаеве, В.В. Покшишевском, К.Г. Рамане, К.А. Салищеве, Н.Н. Соколове, В.Б. Сочаве, О.П. Чижове, А.И. Яунпутнине, а также о сотрудничестве с географами Польши, Чехословакии, ГДР и Китая.

Формирование географических представлений в течение нескольких тысячелетий А.Г. Исаченко обобщил в капитальном труде «Развитие географических идей», изданном в 1971 г. и до сих пор не имеющем аналогов. Большое внимание привлекли критические обзоры зарубежных источников, в особенности тенденций развития американской географии, опубликованные А.Г. в 1970–1980-х гг. С начала XXI в. А.Г. Исаченко публикует в “Известиях РГО” цикл статей о развитии отечественного ландшафтоведения за 100 лет, некоторых острых эпизодах из истории советской географии, петербургской-ленинградской школе в ландшафтоведении. В 2012 г. вышли две его статьи о преемственности дооктябрьских и послеоктябрьских поколений в отечественной географии.

Всего А.Г. Исаченко опубликовал более 400 научных работ, в том числе более 30 монографий. Каждая новая книга ученого становилась событием в науке; многие из них вскоре попадали в разряд библиографических редкостей. Более 50 работ А.Г. Исаченко опубликованы в Австралии, Болгарии, Вьетнаме, Германии, Китае, Польше, Румынии, США и других странах.

Немалое место в творческой деятельности А.Г. Исаченко занимали преподавательская работа и подготовка аспирантов. Разработанные им курсы “Учение о ландшафте”, “Физико-географическое картографирование”, “Прикладное ландшафтоведение” составили основу подготовки географов-ландшафтоведов в Ленинградском–Санкт-Петербургском университете. В 1997 г. А.Г. Исаченко впервые в России прочитал курс “Экологическая география России”, по которому опубликовал учебное пособие “Введение в экологическую географию” (2003). Ученый выступал с лекциями в университетах и институтах Китая, Польши, Чехии, Словакии, Венгрии, большинства республик бывшего СССР.

Ученики и последователи А.Г. Исаченко работают в России, странах ближнего и дальнего зарубежья. Это преподаватели СПбГУ и других вузов, сотрудники академических институтов (Ботанический институт РАН, Институт географии Сибири РАН и др.), проектных институтов, служб контроля природной среды, картографических и других организаций. Теоретические идеи А.Г. Исаченко оказали большое влияние на развитие ландшафтоведения и комплексной физической географии за рубежом, особенно в странах Центральной и Восточной Европы. Ныне ландшафтно-географическую школу Санкт-Петербургского университета, основанную В.В. Докучаевым и Л.С. Бергом и получившую широкое признание в мировой науке, называют “школой Исаченко”.

Научная и общественная деятельность А.Г. Исаченко была тесно связана с Русским географическим обществом. В течение многих лет он состоял членом Ученого совета и Президиума общества, был избран его почетным членом. С 1967 г. А.Г. – бессменный член редколлегии журнала “Известия ВГО” – “Известия РГО”, в 2002–2011 г. – главный редактор журнала. Журнал был поистине детищем ученого. Работа А.Г. в

“Известиях...” составляет целую эпоху, в течение которой ученый, следуя традициям Л.С. Берга и С.В. Калесника, старался сохранить демократические традиции издания и высокие требования к качеству поступающих материалов, поощрять дискуссионные выступления, не жалел времени на работу по редактированию рукописей и помощь начинающим авторам.

За 65 лет А.Г. Исаченко опубликовал в “Известиях ВГО” – “Известиях РГО” около 170 научных статей, обзоров и рецензий, отражающих широкий круг его научных интересов. Поражает творческая активность ученого: за последние шесть лет своей жизни он опубликовал более 20 статей, тематика которых охватывает историческую географию, историю науки, географические аспекты жизнеобеспечения малочисленных народов Севера России, методологию ландшафтоведения, проблемы взаимоотношений географии и государства. Пять статей написано в жанре дискуссии по поводу публикаций о страноведении, геоэкологии, необходимости ревизии ландшафтоведения, кризисе географии человека и интеграции географии.

А.Г. Исаченко отличала высокая требовательность к географическому профессионализму, смелость в высказывании своих научных взглядов и отстаивании их в любой аудитории, независимость в выборе тем научных исследований. Ученый был беспощаден к псевдонаучности, верхоглядству, некомпетентности в науке, независимо от чинов и званий тех, кто их демонстрировал. Специальные статьи в “Известиях РГО” (2009) А.Г. Исаченко посвятил проблеме профессиональной культуры исследователя-географа (в том числе языку научных работ).

За выдающиеся заслуги перед географической наукой А.Г. Исаченко в 1964 г. удостоен золотой медали имени П.П. Семенова, а в 1995 г. высшей награды Русского географического общества – Большой золотой медали.

Так сложилось, что у А.Г. Исаченко не было многочисленных “прямых” учеников. Но его идеи, высказанные в статьях и монографиях, восприняты и развиты тысячами исследователей и практиков в России и других странах мира. Труды ученого во многом заложили теоретический фундамент современного ландшафтоведения. Не менее востребованы будут работы А.Г. Исаченко, посвященные ландшафтам различных регионов, стран и Земного шара в целом, в особенности, – созданные им карты.

Редколлегия “Известий РГО”

Centennial anniversary of the birth of A.G. Isachenko (1922–2018)

Editorial board of the “Proceedings of the Russian Geographical Society”

ОТКЛИК РИСКОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПРОЯВЛЕНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ В ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ

© 2022 г. М. В. Николаев*

Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт Петербург, Россия

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

Поступила в редакцию 10.04.2022 г.

После доработки 07.06.2022 г.

Принята к публикации 10.06.2022 г.

В данной статье в качестве зон рискованного земледелия в изменяющемся климате рассматриваются контрастные по обеспеченности посевов атмосферной влагой регионы с учетом их растениеводческой специализации. К ним относятся регион избыточного увлажнения (западная и северная части европейского Нечерноземья) и регион неустойчивого увлажнения (восток Европейской России с прилегающими районами Западной Сибири). Исследование фокусируется на оценке повторяемости аномальных погодно-климатических ситуаций, приводящих к потерям урожая в двух периодах, отличающихся по степени антропогенного влияния на климат: 1945–1980 и 1981–2017 гг. Для индикации климатически обусловленных сельскохозяйственных рисков использованы диапазоны значений гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова, отвечающие категориям интенсивного переувлажнения и интенсивных засух. На их основе разработаны градации аномалий сумм температур воздуха и количества выпавших осадков. Оценена частота появления аномалий разной величины в указанные периоды. Пространственная оценка рисков, связанных с возникновением избытка и дефицита влаги в периоды вегетации полевых культур, отображается в виде карт повторяемости лет с аномалиями влажностных и термических условий, а также комплексного показателя – значений ГТК. Представленная информация дает возможность проследить особенности сдвига границ уязвимых территорий в изменяющемся климате. С климатологических позиций обсуждаются причины такого сдвига. Показывается, что, наряду с особенностями атмосферной циркуляции, термический фактор в сочетании с фактором подстилающей поверхности вносит все более весомый вклад в усугубление переувлажнения и засухливости. Немаловажная роль в эффектах воздействия атмосферного переувлажнения и атмосферной засухи на состояние посевов также принадлежит текстуре почв, от которой зависит степень проникновения атмосферной влаги в почвенные слои. Отмечается, что в изменяющемся климате наблюдается рост экстремальности погодно-климатических ситуаций по условиям влагообеспеченности посевов при одновременно нарастающей контрастности рассматриваемых регионов.

Ключевые слова: изменяющийся климат, регионы избыточного и неустойчивого увлажнения, климатически обусловленные сельскохозяйственные риски, картографирование уязвимых территорий

DOI: 10.31857/S0869607122030065

ВВЕДЕНИЕ

Выявление уязвимых сельскохозяйственных территорий на основе повторяемости аномальных погодно-климатических ситуаций в изменяющемся климате приобретает

особую актуальность в вопросах регионализации адаптационных мер для поддержания устойчивого производства растениеводческой продукции.

В качестве регионов рискованного земледелия в изменяющемся климате выбраны регионы, контрастные по обеспеченности атмосферной влагой полевых культур. При выборе регионов и их оконтуривании в основу положена классификация сельскохозяйственных территорий по климатическому признаку Г.Т. Селянинова [26, 27]. Так, регион избыточного увлажнения включает западную и северную части европейского Нечерноземья с традиционно развитым луговодством и фуражным кормопроизводством. Регион неустойчивого увлажнения ограничен с юга параллелью 50° с.ш.¹ и охватывает Центральное Черноземье, Среднее Поволжье, южный Урал с прилегающими районами Западной Сибири: здесь концентрируются посевы ценных сортов яровых зерновых культур².

Исследование фокусируется на анализе крайне неблагоприятных погодноклиматических условий, складывающихся в сезоны вегетации, и сравнении повторяемости таких условий на двух временных периодах, отличающихся по степени антропогенного влияния на климат. Для региона избыточного увлажнения выбранным отрезком вегетации выступает июль, на который приходится формирование конечного урожая озимых зернофуражных злаков и интенсивное накопление биомассы силосных и сенокосных культур. Для региона неустойчивого увлажнения выбран отрезок май – июнь (межфазный отрезок “посев – колошение”), от погодных условий которого напрямую зависит величина конечного урожая твердой яровой пшеницы.

Из сравнения средних многолетних агроклиматических показателей выявлено, что количество осадков, выпадающих в июле в регионе избыточного увлажнения (варьирует от 68 до 91 мм) близко к таковому на протяжении мая – июня в регионе неустойчивого увлажнения (68–112 мм). То есть, по среднему количеству получаемой влаги в указанные периоды вегетации регионы сопоставимы. Однако соответствующие суммы температур воздуха в регионе неустойчивого увлажнения почти в 2 раза выше, чем в регионе избыточного увлажнения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходной информации использованы данные о средних месячных температурах воздуха и количестве осадков по годам с 1945 г. по 2017 г. для 25 агрометеорологических станций в пределах рассматриваемых регионов. Выбор этих станций производился на основе анализа распределения агроклиматических ресурсов и размещения посевов вышеупомянутых культур, а также наличия однородности в рядах наблюдений с учетом ввода поправок на усовершенствование приборов и уточнений методик измерения – т.е. согласно рекомендациям ВНИГМИ МЦД [2, 3, 5, 13, 25]. Кроме того, в целях последующего картографирования привлечены непрерывные, но более короткие временные ряды – с 1945 г. по 1980 г. и с 1981 г. по 2017 г. на 18 дополнительных станциях. Они выбирались исходя из ранее накопленного опыта картографирования помесечных сумм осадков, представленного в монографии Ц.А. Швер [30] и опыта агроклиматического картографирования, изложенного в монографии Д.И. Шашко [29]. Теоретической предпосылкой для проведения исследования также послужили результаты и выводы, представленные в работах [1, 14, 16, 18–23, 31–38].

К применяемым методам относятся: выделение категорий климатически обусловленных земледельческих рисков, разработка соответствующих им градаций аномалий сумм температур воздуха и количества осадков, анализ распределения частоты анома-

¹ Южнее концентрируются посевы сортов сильной озимой пшеницы.

² Алтайский край не рассматривался ввиду ограниченности данных.

лий разной величины в выбранные временные периоды и картографирование уязвимых территорий на основе автоматизированного построения изолиний.

Для выделения категорий климатически обусловленных рисков, при которых адаптивные возможности культурных растений исчерпываются или полностью утрачиваются, использованы градации высоких и низких значений гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова с выделением соответственных диапазонов его значений. [6, 20, 21]. В данном исследовании, где проводится сравнительный агроклиматический анализ на длительных временных интервалах с осуществлением картографирования, применение этого индикатора наиболее приемлемо, так как в нем в явном виде содержатся переменные, от которых зависят условия произрастания растений. Напомним, что гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова рассчитывается так:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0.1 \sum T},$$

где: $\sum P$ – сумма выпавших осадков (мм) и $\sum T$ – сумма температур воздуха ($^{\circ}\text{C}$) за период вегетации со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C .

Риски, связанные с резким атмосферным переувлажнением посевов, охарактеризованы повторяемостью лет со значениями ГТК за июль, заключенными в диапазонах $2.5 \leq \text{ГТК}_{\text{VII}} \leq 3.5$ и $3.5 < \text{ГТК}_{\text{VII}} \leq 4.5$ и выше. Они отражают внешние условия возникновения сильного и очень сильного полегания стеблевых культур. Риски, вызванные появлением сильных и очень сильных весенне-летних засух, характеризуются повторяемостью лет со значениями ГТК за май–июнь соответственно: $0.20 \leq \text{ГТК}_{\text{V-VI}} \leq 0.39$ и $\text{ГТК}_{\text{V-VI}} \leq 0.19$. Они отражают внешние условия, приводящие к изреженности всходов вследствие иссушения растений.

Для выбранных агрометеорологических станций определена последовательность лет с суммами температур воздуха и количеством осадков в те годы, когда значения ГТК отвечали выбранным категориям переувлажнения и засух. Сравнение производится для двух временных периодов: 1945–1980 и 1981–2017 гг. Обоснованность их выбора базируется на выводах об изменяющемся во времени соотношении вклада естественных и антропогенных факторов в происходящие климатические изменения [7, 8, 10, 31].

Для сопоставимости аномалий сумм температур воздуха и сумм осадков использование величины их отклонений от средних многолетних показателей за весь рассматриваемый период с 1945 г. по 2017 г. представляется предпочтительнее. Среднее многолетнее значение является более надежной статистической характеристикой, учитывая также то, что на более коротких периодах отличие в средних значениях оценивается по критерию Стьюдента как статистически незначимое.

Для оценки изменяющегося вклада влажностного и термического факторов в эффекты сверх – увлажненности и засушливости разработаны градации аномалий сумм температур воздуха и количества осадков. Но если градация аномалий сумм температур воздуха одина для обоих регионов, то градация сумм осадков выполнена раздельно по регионам. Аномалии количественно охарактеризованы процентным отношением к средним многолетним показателям, а их повторяемость на временных периодах оценивалась из анализа распределений частоты попадания аномалий в тот или иной диапазон. Градация аномалий сумм температур воздуха осуществлялась с шагом 10% ниже и выше среднего многолетнего значения, принятого за 100%. Градация аномалий избыточных осадков производилась с шагом 50% в сторону увеличения их сумм относительно средней многолетней суммы. Аномалии, вызванные дефицитом осадков, градуировались с шагом 10% относительно средней многолетней суммы в сторону уменьшения сумм выпавших осадков. Общее количество проанализированных случа-

ев составило 390 (186 случаев для региона избыточного увлажнения и 204 случая для региона неустойчивого увлажнения).

Для региона избыточного увлажнения сравнение вида гистограмм аномалий сумм температур воздуха в июле свидетельствует, что в их распределениях наблюдается сдвиг в сторону увеличения частоты аномалий выше среднего многолетнего значения в период 1981–2017 гг. для северных станций (Петрозаводск, Вытегра, Вологда, Шенкурск, Котлас и Сыктывкар). В регионе неустойчивого увлажнения в этот период отмечается увеличение частоты аномалий выше среднего многолетнего значения в мае–июне для станций, расположенных к востоку от р. Волги (Ершов, Безенчук, Оренбург, Стерлитамак). Что касается аномалий сумм температур воздуха ниже среднего многолетнего значения, то частота их появления в последние десятилетия снизилась в западной части региона избыточного увлажнения в 1.3 раза, а в северной его части в 1.7 раза. Для региона неустойчивого увлажнения частота таких аномалий осталась неизменной, и они попадают в диапазон от 91 до 100% среднего многолетнего значения.

Анализ частоты появления обильных июльских осадков в регионе избыточного увлажнения показал, что частота выпадения их в количестве от 201 до 250% средней многолетней суммы в период 1981–2017 гг. в западной части этого региона возросла более чем в 2 раза по сравнению с периодом 1945–1980 гг. В северной части европейского Нечерноземья, начиная с 2000 г., отмечаются рекордные суммы выпавших за июль осадков в количестве 251–300% и 301–350% средней многолетней величины: Кострома – 201 мм (275%, 2008 г.); Вытегра – 226 мм (298%, 2017 г.); Котлас – 250 мм (347%, 2000 г.)³.

В то же время, анализ частоты появления дефицита осадков на протяжении мая – июня в регионе неустойчивого увлажнения показал, что верхний предел их количества, отвечающего выбранным категориям засух, очень тесно соответствует 50-процентной сумме осадков относительно средней многолетней суммы. Для степных районов Среднего Поволжья и юга Урала в период 1981–2017 гг. наблюдается резкое увеличение частоты появления сумм осадков в диапазоне 21–30% среднемноголетнего значения: она возросла в 2–3 раза. Частота же сумм осадков в диапазонах 31–40% и 41–50% среднемноголетней суммы, наоборот, снизилась в 2–3 раза. Для сухой степи в период 1981–2017 гг. фиксируется рекордно скудное количество выпавших осадков в мае – июне по сравнению с периодом 1945–1980 гг.: Ершов – 7 мм (10%, 1948 г.) и 3 мм (4%, 1998 г.); Оренбург – 8 мм (12%, 1975 г.) и 2 мм (3%, 2010 г.).

В отличие от степных районов, для лесостепи (Центральное Черноземье, Среднее Зауралье и прилегающие районы Западной Сибири) в период 1981–2017 гг. характерно отсутствие случаев аномалий осадков в диапазоне 21–30% среднемноголетней суммы, но при наблюдаемом их учащении в диапазонах 31–40% и 41–50% среднемноголетнего количества. То есть, условия в последние десятилетия здесь становятся несколько менее засушливыми, чем в предшествующие десятилетия.

Были опробованы разные варианты подбора градаций путем варьирования шириной диапазонов, но наиболее приемлемые из них для картографирования даны в подписях к приводимым далее рисункам. Преимущество этих градаций состоит в том, что на их основе обеспечивается наибольшая информативность в виде количества изолиний, нанесенных на карты, а также достигается сбалансированность и сопоставимость картографической информации при одновременном отражении агроклиматической контрастности рассматриваемых регионов. Для сглаживания изолиний применялся квадратичный сплайн [12].

³ Для сравнения: в период 1945–1980 гг. рекордная сумма выпавших за июль осадков отмечалась в западной части европейского Нечерноземья и составила в Смоленске в 1962 г. 190 мм (209% средней многолетней величины).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пространственный отклик сельскохозяйственных регионов к риску возникновения резкого избытка и недостатка атмосферной влаги для посевов полевых культур в изменяющемся климате иллюстрируют карты (рис. 1–5). Информация, представленная на картах в виде поля изолиний повторяемости лет с такими условиями за два периода, отличающиеся по степени антропогенного влияния на климат, дает возможность проследить региональные особенности смещения границ уязвимых территорий.

На рис. 1 приводится пространственное сравнение повторяемости лет с суммами температур воздуха, составляющими более 110% среднего многолетнего значения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг. Суммы температур соотнесены значениям ГТК, индицирующим возникновение интенсивного полегания в июле в регионе избыточного увлажнения и появление интенсивных засух в мае–июне в регионе неустойчивого увлажнения.

Сравнение повторяемости таких лет на двух периодах в регионе избыточного увлажнения показывает выраженное смещение области с более чем двухпроцентным увеличением их повторяемости к северо-востоку при одновременном расширении этой области в период 1981–2017 гг. То есть, из зоны южной тайги она смещается в зону суб - бореальной тайги (подтайги). Также выявляется очень небольшая по площади область с более чем двухпроцентным увеличением повторяемости лет и в самой южной части европейского Нечерноземья – в ареале распространения хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Для региона неустойчивого увлажнения в этот же период обнаруживается смещение области, оконтуренной изолиниями 9% и 12% повторяемости лет с суммами температур воздуха в мае–июне более 110% среднего многолетнего значения, по направлению к северу из сухостепной зоны в степную зону. Такое смещение особенно выражено для Заволжья и юга Урала с добавлением изолиний 15, 18 и 21% повторяемости таких лет. То есть, частота лет с повышенным термическим фоном при формировании интенсивных засух в последние десятилетия возросла здесь от 1.5 до 2 раз.

На рис. 2 изображена повторяемость лет с июльскими осадками от 151 до 250% средней многолетней суммы ($2.5 \leq ГТК_{VII} \leq 3.5$) и осадками за май–июнь от 26 до 50% средней многолетней суммы ($0.20 \leq ГТК_{V-VI} \leq 0.39$) в периоды 1945–1980 и 1981–2017 гг. Такое количество осадков приводит к эффектам сильного полегания в регионе избыточного увлажнения и появлению сильной засухи в регионе неустойчивого увлажнения.

Внутри региона избыточного увлажнения в распределении повторяемости лет с июльскими осадками от 151 до 250% средней многолетней их суммы в период 1945–1980 гг. прослеживается большая увлажненность западных районов по сравнению с восточными. Наиболее высокий процент лет с такими осадками отмечается для юго-западных областей европейского Нечерноземья. Но в период 1981–2017 гг. обнаруживается значительное смещение области с 15% и 18% повторяемостью лет с таким количеством осадков к северо-востоку и эта область приобретает замкнутость.

Для региона неустойчивого увлажнения в ходе изолиний повторяемости лет с осадками за май – июнь от четверти до половины средней многолетней суммы в период 194–1980 гг. прослеживается рост засушливости территорий по направлению к границе с Казахстаном. Конфигурация изолиний в период 1981–2017 гг., напротив, показывает, что повторяемость лет с такими осадками в степных и сухостепных районах Заволжья и Южного Урала сократилась в последние десятилетия в 1.5–2 раза, имея некоторое смещение 12% повторяемости лет в степное Приволжье.

Рисунок 3 иллюстрирует повторяемость лет с июльскими осадками более 250% средней многолетней суммы ($3.5 < ГТК_{VII} \leq 4.5$ и выше) и осадками за май–июнь менее 26% средней многолетней суммы ($ГТК_{V-VI} \leq 0.19$) в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг.

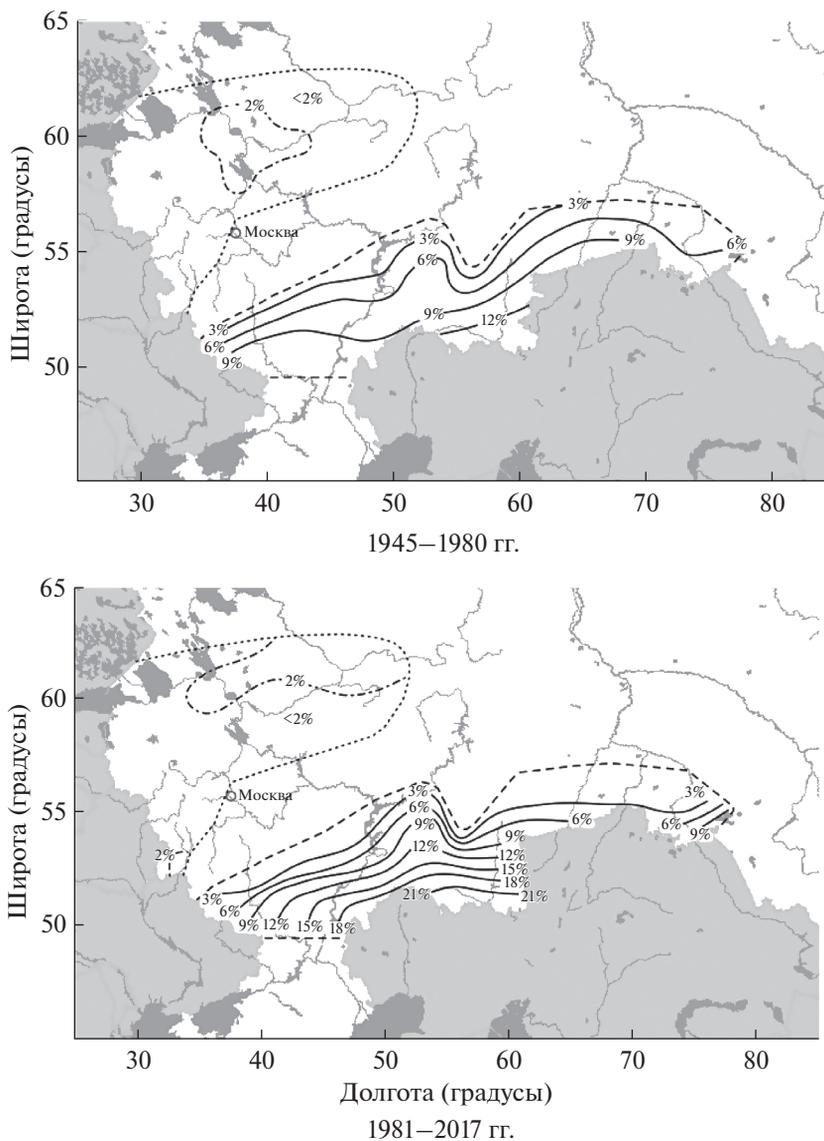


Рис. 1. Повторяемость лет (%) с суммами температур воздуха, составляющими более 110% среднего многолетнего значения при возникновении сильного и очень сильного полегания в июле в регионе избыточного увлажнения ($HTK_{VII} \geq 2.5$) и появлении сильной и очень сильной засухи в мае–июне в регионе неустойчивого увлажнения ($HTC_{V-VI} \leq 0.39$) (точечная линия – граница региона избыточного увлажнения; пунктирная линия – граница региона неустойчивого увлажнения).

Fig. 1. The recurrence of years (%) with accumulated air temperatures greater than 110% of the mean annual value in July in the event of a strong and very strong lodging in the Humid region ($HTC_{VII} \geq 2.5$) and greater than 110% of the mean annual value in May–June in the occurrence of a severe and very severe drought in the Semi-arid region ($HTC_{V-VI} \leq 0.39$) (the pointed line is the boundary of the Humid region; the dotted line is the boundary of the Semi-arid region).

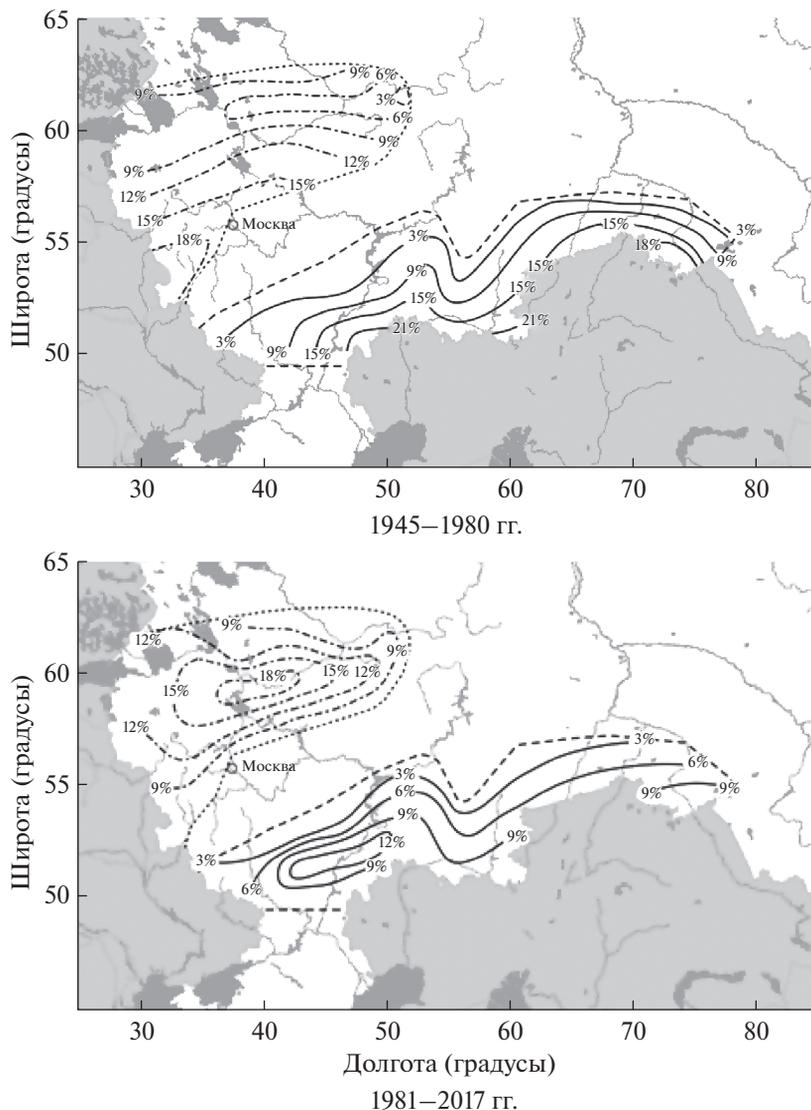


Рис. 2. Повторяемость лет (%) с июльскими осадками от 151 до 250% средней многолетней суммы в регионе избыточного увлажнения и осадками за май–июнь от 26 до 50% средней многолетней суммы в регионе неустойчивого увлажнения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг. (пояснения обозначений см. на рис. 1).

Fig. 2. The recurrence of years (%) with July precipitation amounts from 151 to 250% of the mean annual value in July within Humid region and with May–June precipitation amounts from 26 to 50% of the mean annual value in May–June within Semiarid region for the periods 1945–1980 and 1981–2017 (for explanations of designations, see fig. 1).

Такие осадки вызывают очень сильное полегание посевов в регионе избыточного увлажнения и появление очень сильной засухи в регионе неустойчивого увлажнения.

В регионе избыточного увлажнения в период 1945–1980 гг. более чем 2% повторяемость лет с июльскими осадками, превышающими 250% средней многолетней суммы, отмечается только для небольшой области на водоразделах рек Северная Двина, Сухо-

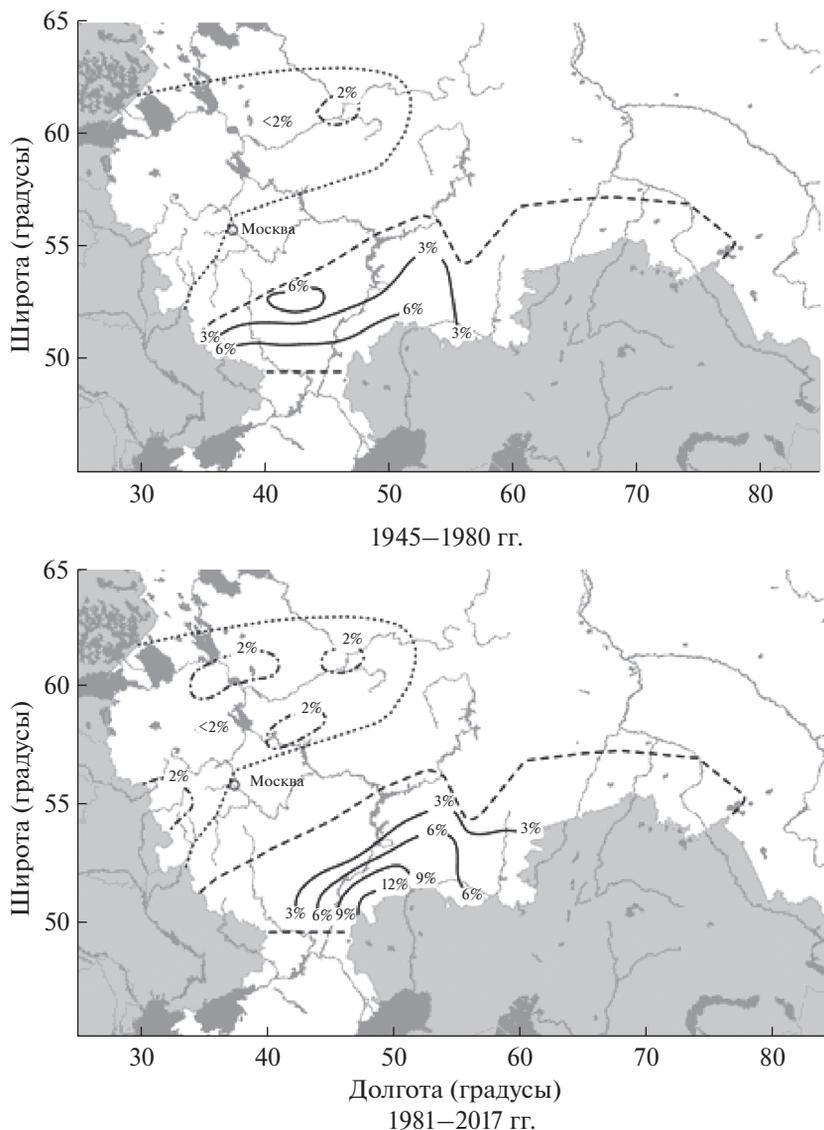


Рис. 3. Повторяемость лет (%) с июльскими осадками более 250% средней многолетней суммы в регионе избыточного увлажнения и осадками за май–июнь менее 26% средней многолетней суммы в регионе неустойчивого увлажнения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг. (пояснения обозначений см. на рис. 1).

Fig. 3. The recurrence of years (%) with July precipitation amounts more than 250% of the mean annual value in July within Humid region and with May–June precipitation amounts less than 26% of the mean annual value in May–June within Semiarid region for the periods 1945–1980 and 1981–2017 (for explanations of designations, see fig. 1).

на и Юг. В период 1981–2017 гг. выявляются четыре такие области. Три из них локализируются в северной части европейского Нечерноземья и одна в южной его части.

Для региона неустойчивого увлажнения в период 1981–2017 гг. характерно существенное смещение поля изолиний повторяемости лет с осадками в мае–июне менее

26% средней многолетней суммы к востоку по сравнению с его расположением в период 1945–1980 гг. В этот же период выявляется область, где повторяемость лет с резким дефицитом осадков превышает 9% лет, и она локализуется в сухостепной зоне Заволжья. Внутри этой области повторяемость лет с резким дефицитом осадков возросла в 1.5–2 раза по сравнению с повторяемостью в первый период.

Рисунок 4 отображает изменение совокупного вклада влажностного и термического факторов в распределение повторяемости лет со значениями $2.5 \leq ГТК_{VII} \leq 3.5$, характеризующими частоту возникновения сильного полегания в регионе избыточного увлажнения, и со значениями $0.20 \leq ГТК_{V-VI} \leq 0.39$, характеризующими частоту появления сильной засухи в регионе неустойчивого увлажнения.

Отмечается определенное сходство в конфигурации изолиний на рис. 4 с их конфигурацией на рис. 2, поскольку ГТК является комплексным показателем влагообеспеченности культур. Однако вклад термического фактора обуславливает внутри-региональные различия в распределении полей изолиний. Во второй период для европейского Нечерноземья это выражается в значительном увеличении повторяемости лет с эффектами переувлажнения посевов в северо-восточной его части, которая полностью расположена в суббореальной зоне. Для региона неустойчивого увлажнения характерны более редкая повторяемость засух такой интенсивности в сухостепном Заволжье и одновременное ее учащение на востоке Оренбуржья.

Рисунок 5 демонстрирует пространственный сдвиг уязвимых сельскохозяйственных территорий посредством сравнения повторяемости лет с лежащими в маргинальных диапазонах значениями ГТК, которые индицируют возникновение очень сильного полегания в регионе избыточного увлажнения и появление очень сильной засухи в регионе неустойчивого увлажнения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг.

Для региона избыточного увлажнения прослеживается расширяющийся охват сельскохозяйственных территорий эффектами очень резкого переувлажнения – что следует из сравнения конфигурации областей, оконтуренных изолиниями 3% и 6% повторяемости лет на двух периодах. В период 1945–1980 гг. подверженной таким эффектам оказывается только западная часть европейского Нечерноземья, тогда как в период 1981–2017 гг. к уязвимым территориям добавляются регионы, расположенные севернее 58° с.ш. Недостаточное же сходство поля изолиний повторяемости лет с указанными значениями ГТК с полем изолиний повторяемости лет с июльскими осадками более 250% средней многолетней суммы (см. рис. 3) объясняется вкладом как повышенных, так и пониженных сумм температур в величину значений ГТК.

В пределах региона неустойчивого увлажнения повторяемость лет со значениями $ГТК_{V-VI} \leq 0.19$ (индицируют появление очень сильной засухи) в последние десятилетия резко возросла в сухостепной зоне Заволжья и прилегающих районах юга Самарской области. Здесь она составила от 9 до 12% лет – т.е. увеличилась по сравнению с повторяемостью лет в предшествующие десятилетия в 2 раза. Но если ход изолиний в период 1945–1980 гг. носит широтный характер, то изолинии в период 1981–2017 гг. приобретают вытянутую по направлению с юга на север форму и концентрируются между меридианами 43° и 56° в.д.

ВЫВОДЫ

Сравнение карт позволяет проследить пространственный сдвиг границ уязвимых территорий внутри рассматриваемых регионов. Для того чтобы объяснить такой сдвиг с климатологической точки зрения, следует отталкиваться как от анализа крупномасштабных циркуляционных механизмов, так и физических процессов в приземном слое атмосферы, которые приводят к эффектам резкого переувлажнения и засушливости, но с учетом региональных изменений термических условий и особенностей подстилающей поверхности.

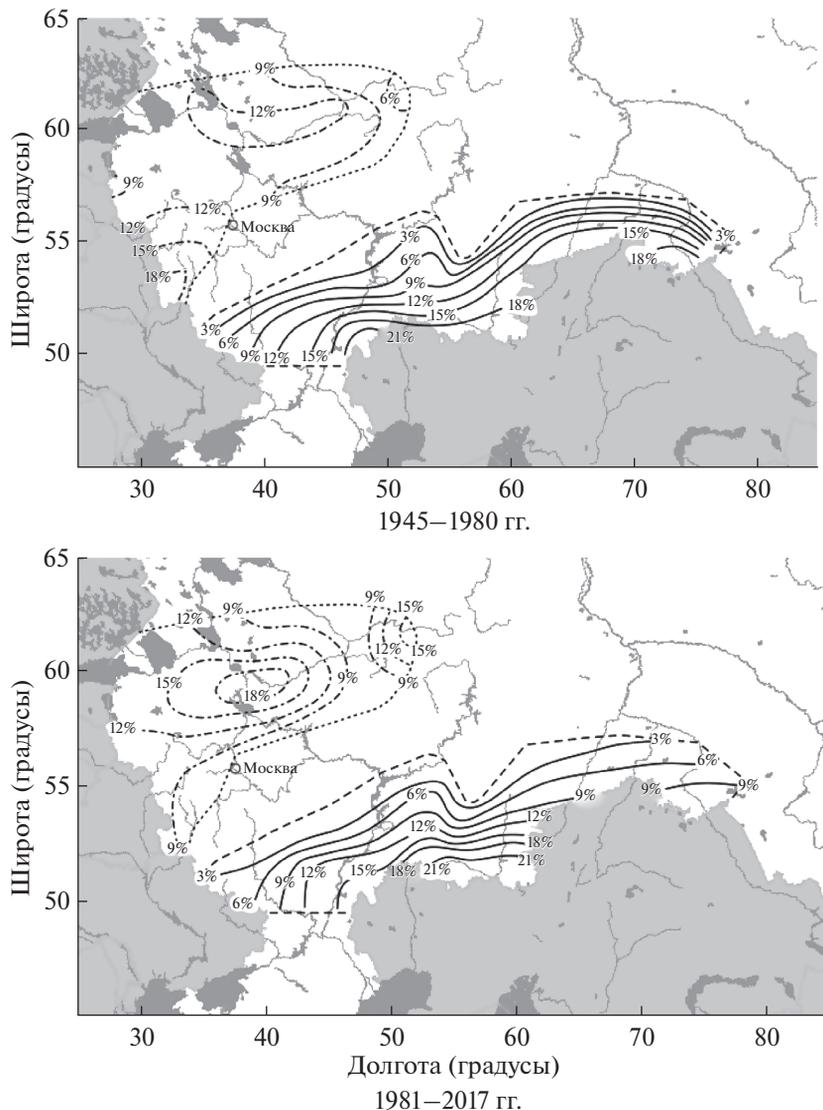


Рис. 4. Повторяемость лет (%) со значениями $2.5 \leq ГТК_{VII} \leq 3.5$ в регионе избыточного увлажнения и со значениями $0.20 \leq ГТК_{V-VI} \leq 0.39$ в регионе неустойчивого увлажнения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг. (пояснения обозначений см. на рис. 1).

Fig. 4. The recurrence of years (%) with values of $2.5 \leq ГТК_{VII} \leq 3.5$ in the Humid region and with values of $0.20 \leq ГТК_{V-VI} \leq 0.39$ in the Semiarid region at the periods of 1945–1980 and 1981–2017 (for explanations of designations, see fig. 1).

Количество осадков, выпадающих в теплые месяцы, включая июль, в регионе избыточного увлажнения во многом определяют воздушные массы океанического происхождения [15, 17]. Например, в [22] показано, что выпадение избыточных июльских осадков, особенно в западной части европейского Нечерноземья, сопряжено с “пове-

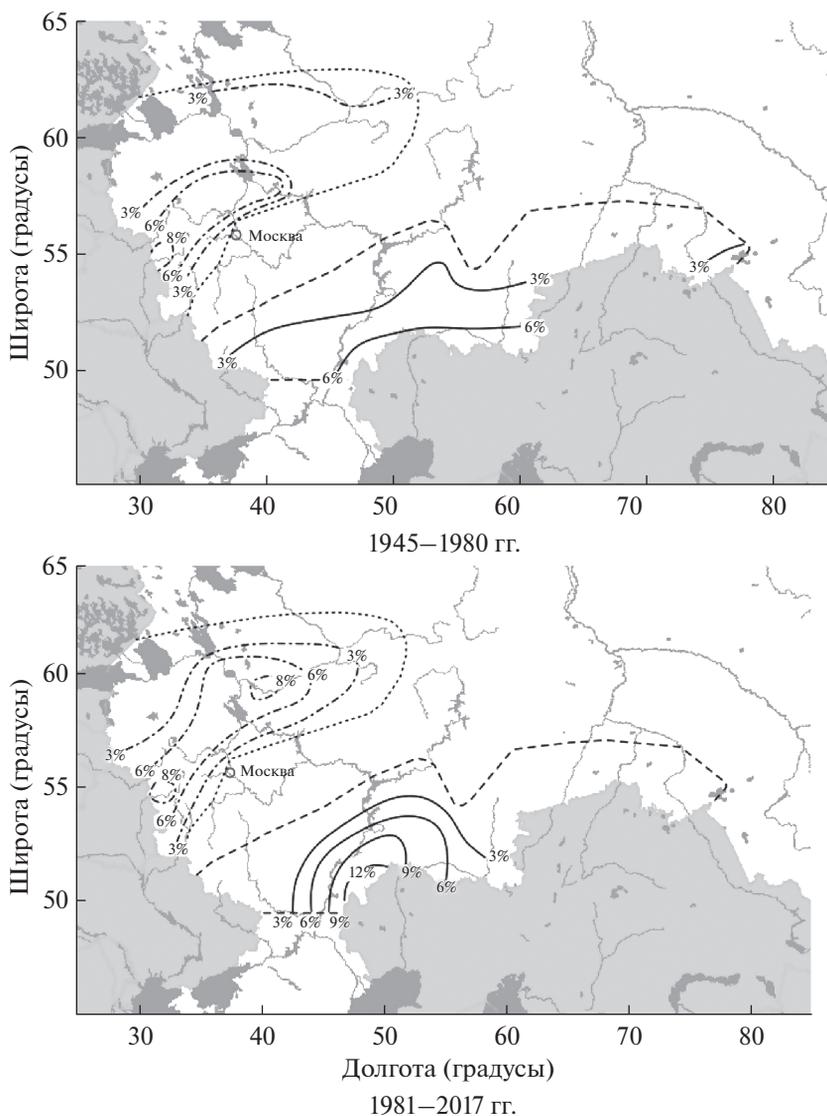


Рис. 5. Повторяемость лет (%) со значениями $3.5 < ГТК_{VII} \leq 4.5$ и выше в регионе избыточного увлажнения и значениями $ГТК_{VII} \leq 0.19$ в регионе неустойчивого увлажнения в периоды 1945–1980 гг. и 1981–2017 гг. (пояснения обозначений см. на рис. 1).

Fig. 5. The recurrence of years (%) with values of $3.5 < НТС_{VII} \leq 4.5$ in the Humid region and with values of $НТС_{VII} \leq 0.19$ in the Semiarid region at the periods of 1945–1980 and 1981–2017 (for explanations of designations, see Fig. 1).

дением” такой моды климатической изменчивости, как Восточно-Атлантическое колебание. С конца 1990-х гг. индексы этой моды для июля положительны, отражая усиление циклонической активности, что в свою очередь, сопровождается выпадением обильных осадков даже в районах, удаленных вглубь континента. Обычно такие осад-

ки выпадают в виде обложных дождей и вызывают понижение температуры воздуха вследствие пасмурной погоды.

В то же время, проведенное сравнение динамики 7-летних скользящих средних значений в многолетнем ходе июльских температур показывает, что термические условия июля северных метеостанций с конца 1990-х гг. приближаются к термическим условиям июля на более южных метеостанциях в более ранние десятилетия. То есть, выявляется широтный сдвиг ресурсов теплообеспеченности в сторону их роста. Поскольку в регионе избыточного увлажнения доля территорий с переувлажненными почвами и заболоченными землями возрастает по направлению с юго-запада на северо-восток, увеличение повторяемости высоких июльских температур приводит к увеличению испарения с больших площадей с последующим образованием конвективной облачности и выпадением осадков ливневого характера.

Таким образом, учащение обильных осадков и появление их сверх-обильного количества в северной части европейского Нечерноземья может быть объяснено не только усиливающимися инвазиями насыщенных влагой воздушных масс, но и возрастающей ролью конвекционных процессов в осадкообразовании [38].

Как известно, происхождение и характер распространения засух различны [4, 16]. Длительный опыт изучения динамики засух свидетельствует, что “суровость” засухи и площадь ее охвата обусловлены особенностями атмосферной циркуляции, а также термического режима, и в изменяющемся климате это проявляется в сложной картине взаимодействия региональных циркуляционных режимов и процессов блокирования [9, 11, 14, 24, 28]. В частности, в [11, 16] установлено, что в формирование засух на юго-востоке Европейской России вклад арктических антициклонов меридиональной направленности возрастает по сравнению с зональным переносом под влиянием Азорского антициклона.

Отметим, что в ходе изолиний на рисунках, помещенных в данном исследовании, прослеживается согласование с таким выводом. Из сопоставления картографических оценок также следует, что частота появления интенсивных засух на фоне повышенных температур воздуха в степных и сухостепных районах Заволжья и южного Предуралья в последние десятилетия возросла почти вдвое. При этом повторяемость лет с осадками мая–июня от четверти до половины средней многолетней суммы здесь снизилась в полтора–два раза, но повторяемость осадков менее четверти средней многолетней суммы, наоборот, возросла в подобное число раз. То есть, засуха из категории сильной “трансформировалась” в категорию очень сильной засухи.

С позиций физической климатологии это объяснимо тем, что степень иссушения поступающих с севера сухих воздушных масс в условиях повышенного термического фона усиливается. Поэтому, достигая степных пространств, разогретый воздух уже становится очень сухим. На рис. 3 это отображается в сдвиге границы области с 6% повторяемостью лет с осадками мая–июня менее четверти средней многолетней суммы в северном направлении: из сухостепной зоны в степную зону.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что, наряду с региональными особенностями атмосферной циркуляции, термический фактор вносит все более весомый вклад не только в усиление переувлажнения и засушливости, но и определяет характер сдвига границ уязвимых территорий. В интегрированном виде это наиболее наглядно отображается в конфигурации полей изолиний повторяемости лет со значениями ГТК, лежащими в маргинальных диапазонах (см. рис. 5).

Нужно подчеркнуть, что почвенный фактор также играет немаловажную роль в преломлении эффектов атмосферного переувлажнения и атмосферной засухи через состояние посевов. Черноземы степи и каштановые почвы содержат мало влаги, и выпавшие в сухие годы скудные осадки быстро впитываются в поверхностный слой почвы. Но этой влаги оказывается недостаточно для растений, и они продолжают находиться в угнетенном состоянии или гибнут. Подзолистые почвы южной тайги и суббо-

реальной тайги (подтайги), наоборот, обладают высоким влагосодержанием при широком распространении суглинистых и тяжелосуглинистых почв. В таких почвах с затрудненной водопроницаемостью выпавшая обильная влага скапливается в верхних слоях почвы, приводя к ее разжиженному состоянию (при одновременном утяжелении стебля). Это вызывает корнево-стеблевое полегание посевов с последующим поражением их тлями [21, 37].

Как отмечалось во введении, по среднемноголетнему количеству получаемых осадков в выбранные периоды вегетации оба региона имеют сходство. Для краевых областей исследуемых регионов (суббореальная тайга и сухая степь) величина таких осадков почти эквивалентна, составляя 68–74 мм. Однако, если сравнивать в них верхний и нижний экстремумы, то размах вариации в количестве осадков в период 1981–2017 гг. оказывается больше, чем в период 1945–1980 гг. Нарастание контрастности резко отличающихся по условиям увлажнения регионов в изменяющемся климате также отображается в сопоставимости площадей уязвимых территорий, ограниченных изолиниями близких по величине процентов повторяемости лет.

Поэтому в заключение отметим, что понятие “рискованное земледелие”, которое, как правило, применяется к регионам с неустойчивым режимом увлажнения, где концентрируются посевы хлебных культур, в современных условиях приобретает значительно более широкий смысл. Результаты выполненного исследования показывают, что в такой же мере к регионам рискованного земледелия относятся территории, подверженные резкому избытку атмосферной влаги. Отрицательное воздействие переувлажнения на посевы приводит к значительным потерям не только в объемах произведенной растениеводческой продукции, но и в ее качестве, что наносит совокупный ущерб кормовой базе животноводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование / Под ред. акад. Ф.Ф. Давитая Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 160 с.
2. Агроклиматические ресурсы Архангельской, Белгородской, Брянской, Вологодской, Воронежской, Калининской, Кировской, Костромской, Куйбышевской, Курганской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Новгородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Псковской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской, Ульяновской, Челябинской и Ярославской областей; Карельской АССР, Коми АССР, Башкирской АССР, Татарской АССР и Чувашской АССР (справочники) Л.: Гидрометеоиздат, 1968–1977.
3. Агроклиматический атлас мира / Под ред. И.А. Гольцберг. М.: ГУГК; Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 143 с.
4. *Алпатьев А.М., Иванова В.М.* Характеристика и географическое распространение засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. Л.: Гидрометеоиздат, 1958. С. 31–45.
5. Атлас сельского хозяйства СССР. М.: ГУГК, 1960. 309 с.
6. Биоклиматический потенциал России: методы мониторинга в условиях изменяющегося климата / Под ред. А.В. Гордеева. М.: Изд. РАСХН, 2007. Гл. 1. Разд. 1.2. С. 35–57.
7. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет, 2014. 58 с.
8. Доклад Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 г. М.: Росгидромет, 2019. С. 10–14, 18–20.
9. *Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Черенкова Е.А.* Динамика засух в европейской России в ситуации глобального потепления // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 21. 2007. С. 160–182.
10. *Катицов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В.* Перспективные оценки изменений климата в российских регионах: детализация в физических и вероятностных пространствах // Метеорология и гидрология. 2017. № 6. С. 68–81.
11. *Кононова Н.К.* Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. М.: Воентехиздат, 2009. 372 с.
12. *Константинов А.Р., Химин Н.М.* Применение сплайнов и методов остаточных отклонений в гидрометеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 184 с.
13. Ландшафтная карта СССР / Под ред. А.Г. Исаченко. М.: ГУГК, 1988. 4 л.

14. *Мохов И.И., Семенов В.А.* Погодно – климатические аномалии в российских регионах в связи с глобальными изменениями климата. // *Метеорология и гидрология*. 2016. № 2. С. 16–28.
15. *Муравьев А.В., Куликова И.А.* Взаимосвязь суммарных осадков над Евразией с центрами действия атмосферы Северного полушария и главными модами изменчивости температуры поверхности Северной Атлантики // *Метеорология и гидрология*. 2011. № 5. С. 5–16.
16. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидации последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)”. Т.3. Эдельгериев Р.С.Х., Иванов А.Л., Донник И.М., Багиров В.А. и др. М: Изд–во Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2021. 700 с. <https://doi.org/10.52479/978-5-6045103-9-1>
17. *Нестеров Е.С.* О восточно-атлантическом колебании атмосферы // *Метеорология и гидрология*. 2009. № 12. С. 32–40.
18. *Николаев М.В.* Современный климат и изменчивость урожаев // Раздел 3.5. Засухи и динамика неурожаев. СПб.: Гидрометеиздат, 1994. С. 86–100.
19. *Николаев М.В.* Изменения глобального термического режима и изменчивость урожаев хлебных культур // *Известия Русского географического общества*. 1994. Т. 126. вып. 5. С. 11–20.
20. *Николаев М.В.* Оценка изменяющегося вклада влажностного и термического факторов в засушливость территорий Европейской части России и Западной Сибири // *Агрофизика*. 2016. № 4. С. 24–34.
21. *Николаев М.В.* Оценка изменяющегося вклада обильных осадков в рискованность земледелия в Нечерноземье Европейской России // *Известия Русского географического общества*. 2018. Т. 150. вып.6. С. 1–14. <https://doi.org/10.1134/S0869607118060010>
22. *Николаев М.В.* Влияние климатических изменений на продуктивность мелиорируемых земель // *Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием “Вклад агрофизики в решение фундаментальных задач сельскохозяйственной науки”*, Санкт- Петербург, 1–2 октября 2020 г. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. С. 478–483.
23. *Николаев М.В.* Уязвимость полевых культур к переувлажнению в условиях изменений климата в Нечерноземье Европейской России и варианты адаптации // *Известия Русского географического общества*. 2021. Т. 153. № 4. С. 47–67. <https://doi.org/10.31857/S0869607121040030>
24. *Обухов А.М., Курганская М.В., Татарская М.С.* Динамика условий возникновения засух и других крупномасштабных погодных аномалий // *Метеорология и гидрология*. 1984. № 10. С. 5–14.
25. *Природно–сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР (карта)*. М.: ГУГК, 1984.
26. *Селянинов Г.Т.* Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку // *Растениеводство СССР*. Т. 1. М.: Сельхозгиз, 1933. С. 1–15.
27. *Селянинов Г.Т.* Принципы агроклиматического районирования СССР // *Вопросы агроклиматического районирования СССР*. М.: Изд -во МСХ СССР, 1958. С. 7–14.
28. *Черенкова Е.А., Семенова И.Г., Кононова Н.К., Титкова Т.Б.* Засухи и динамика синоптических процессов на юге Восточно – Европейской равнины в начале XXI века // *Известия РАН. Сер. геогр.* 2014. № 5. С. 1–21.
29. *Шашко Д.И.* Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
30. *Швер Ц.А.* Атмосферные осадки на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 300 с.
31. *Climate Change 2014 Synthesis Report / Ed. by The Core Writing Team, Rajendra K. Pachauri, Leo Meyer.* WMO: Geneva, 2014. 132 p.
32. *Climate Extremes and Their Implications for Impact and Risk Assessment /Ed. by J. Sillman, S. Sippel and S. Russo.* Elsevier, 2020. 355 p.
33. *Eitzinger J., Utset A., Trnka M., Zalud Z., Nikolaev M., and Uskov I.* Weather and Climate and Optimization of Farm Technologies at Different Input Levels // *Managing Weather and Climate Risks in Agriculture/Sivakumar M. V. K. and Motha R. (eds.)*. Springer, 2007. P. 141–170.
34. *Eitzinger J., et all.* Vulnerability and Adaptation Options of European Agriculture // *Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe / V.Alexandrov, M.F.Gajdusek, C.G.Knight, A.Yotova (eds.)*. Springer, 2010. P. 139–161.
35. *Eitzinger J., et all.* Adaptation Options to Climate Change Impacts in European Agriculture // *Climate Change Adaptation: Ecology, Mitigation and Management /Adam L. Jenkins (Ed.)*. Nova Science Publishers, 2011. P. 151–162.
36. *Nikolaev M.V.* Impact of Climate Change on Agriculture in North-West Russia and Adaptation Options // *Advances in Environmental Modeling and Measurements. Chapter 20. / D.T.Mihailovic, B.Lalic (eds.)*. Nova Science Publishers, 2010. P. 223–231.
37. *Nikolaev M.V.* Integrated Assessment of Change in Contribution of Excessive Moisture to Farming Risks in the Humid Zone of Western Russia // *Meteorology, Hydrology and Water Management*.

2020. V. 8. issue 1. P. 46–53.

<https://doi.org/10.26491/mhwm/111>

38. *Nikolaev M.V.* Assessment of Crop Farming Vulnerability to Over - Wetting Effects under Climate Change in the Humid Zone of Western Russia // Book of Abstracts of the 13th International Conference on Agrophysics "Agriculture in Changing Climate", 15–16 November 2021, Lublin, Poland. 2021. P. 69.

Response of Risk Farming to Anomalous Weather-Climatic Situations Under Changing Climate

M. V. Nikolaev*

Agrophysical Research Institute, St Petersburg, Russia

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

In this paper as the risk farming zones in a changing climate, the regions that are contrasting in terms of the provision of crops with atmospheric moisture are considered, taking into account their crop production specialization. These include the Humid region (western and northern parts of the European Non-Chernozem Region) and the Semiarid region (the East of the European territory of Russia with adjacent areas of the Western Siberia). The study focuses on assessing the recurrence of anomalous weather-climatic situations leading to crop losses in two periods that differ in the degree of anthropogenic influence on climate: 1945–1980 and 1981–2017 years. To indicate climate – related farming risks, the ranges of the G.T. Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC) values are used, corresponding to the strong crop overwetting effects and severe droughts. On their basis, the gradations of anomalies in the accumulated air temperatures as well as anomalies in the precipitation totals are developed. Then, the frequency of anomalies of various magnitude on the indicated periods is evaluated. The spatial assessment of the risks associated with the excess and deficit of moisture in the segments of the field crops growing season is displayed in the form of maps of the recurrence of years with anomalies in humidity and thermal conditions as well as with anomalies of integrated indicators such as HTC values. The presented information makes it possible to visually trace the features of shifting the boundaries of vulnerable areas within zones in a changing climate. The reasons for such a shift are discussed from climatological positions. It is shown that, along with the features of atmospheric circulation, the thermal factor in combination with the the underlying surface factor makes an increasingly significant contribution to the intensifying overwetting and dryness. An important role in the excessive moisture and drought effects on state of crops also belongs to the soil texture, which determines the degree of atmospheric moisture penetration into the soil layers. It is noted that in a changing climate, there is an evidence in increase in the extremeness of weather-climatic situations in terms of the moisture supply of crops with a simultaneous increase in the contrast of the regions under consideration.

Keywords: changing climate, Humid and Semiarid regions, climate-related farming risks, mapping of vulnerable areas

REFERENCES

1. *Agroklimaticheskie resursy prirodnih zon SSSR i ih ispol'zovanie / Pod red. akad. F.F. Davitaya L.: Gidrometeoizdat, 1970. 160 s.*
2. *Agroklimaticheskie resursy Arxangel'skoj, Belgorodskoj, Bryanskoj, Vologodskoj, Voronezhskoj, Kalininskoj, Kirovskoj, Kostromskoj, Kujbyshevskoj, Kurganskoj, Kurskoj, Leningradskoj, Lipeckzkoj, Novgorodskoj, Novosibirskoj, Omskoj, Orenburgskoj, Penzenskoj, Pskovskoj, Saratovskoj, Smolenskoj, Tambovskoj, Ul'yanovskoj, Chelyabinskoj i Yaroslavskoj oblastej; Karel'skoj ASSR, Komi ASSR, Bashkirskoj ASSR, Tatarskoj ASSR i Chuvashskoj ASSR (spravochniki) L.: Gidrometeoizdat, 1968–1977.*
3. *Agroklimaticheskij atlas mira / Pod red. I.A. Gol'cberg. M.: GUGK; L.: Gidrometeoizdat, 1972. 143 s.*
4. *Alpat'ev A.M., Ivanova V.M. Charakteristika i geograficheskoe rasprostranenie zasux // Zasuhi v SSSR, ix proisxozhdenie, poyavtoryaemost' i vliyanie na urozhaj. L.: Gidrometeoizdat, 1958. S. 31–45.*
5. *Atlas sel'skogo xozyajstva SSSR. M.: GUGK, 1960. 309 s.*

6. Bioklimaticheskij potencial Rossii: metody monitoringa v usloviyah izmenyayushhegosya klimata / Pod.red.A.V. Gordeeva. M.: Izd.RASXN, 2007. Gl. I. Razd. 1.2. S. 35–57.
7. Vtoroj ocenочnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshee rezyume. M.: Rosgidromet, 2014. 58 s.
8. Doklad Rosgidrometa ob osobennostyah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2018 g. M.: Rosgidromet, 2019. S. 10–14, 18–20.
9. Zolotokrylin A.N., Vinogradova V.V., Cherenkova E.A. Dinamika zasuh v evropejskoj Rossii v situacii global'nogo potepeniya // Problemy` e`kologicheskogo monitoringa i modelirovaniya e`k-sistem. T. 21. 2007. S.160–182.
10. Katczov V.M., Shkol'nik I.M., Efimov S.V. Perspektivnye ocenki izmenenij klimata v rossijskih re-gionah: detalizaciya v fizicheskikh i veroyatnostny`h prostranstvah // Meteorologiya i gidrologiya. 2017. № 6. S. 68–81.
11. Kononova N.K. Klassifikaciya cirkulyacionnyh mehanizmov Severnogo polushariya po B.L. Dzer-dzeevskomu. M.: Voentehizdat, 2009. 372 s.
12. Konstantinov A.R., Himin N.M. Primenenie splajnov i metodov ostatочnyh otklonenij v gidro-meteorologii. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 184 s.
13. Landsaftnaya karta SSSR / Pod red. A.G. Isachenko. M.: GUGK, 1988. 4 l.
14. Mohov I.I., Semenov V.A. Pogodno – klimaticheskie anomalii v rossijskih regionah v svyazi s glob-al'nymi izmeneniyami klimata. // Meteorologiya i gidrologiya. 2016. № 2. S. 16–28.
15. Murav'ev A.V., Kulikova I.A. Vzaimosvyaz' summarnyh osadkov nad Evraziej s centrami dejstviya atmosfery Severnogo polushariya i glavnymi modami izmenchivosti temperatury poverhnosti Severnoj Atlantiki // Meteorologiya i gidrologiya. 2011. № 5. S. 5–16.
16. Nacional'nyj doklad "Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: proyavlenie zasuhi, mery preduprezhdeniya, bor'by, likvidacii posledstvij i adaptacionnye meropriyatiya (sel'skoe i lesnoe hozjaystvo)". T. 3. Edel'geriev R.S.H., Ivanov A.L., Donnik I.M., Bagirov V.A. i dr. M.: Izd-vo Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva, 2021. 700 s. <https://doi.org/10.52479/978-5-6045103-9-1>
17. Nesterov E.S. O vostochno-atlanticheskome kolebanii atmosfery // Meteorologiya i gidrologiya. 2009. № 12. S. 32–40.
18. Nikolaev M.V. Sovremennyy klimat i izmenchivost' urozhav // Razdel 3.5. Zasuhi i dinamika neu-rozhav. SPb.: Gidrometeoizdat, 1994. S. 86–100.
19. Nikolaev M.V. Izmeneniya global'nogo termicheskogo rezhima i izmenchivost' urozhav hlebnyh kul'tur // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 1994. T. 126, vyp. 5. S. 11–20.
20. Nikolaev M.V. Ocenka izmenyayushhegosya vklada vlazhnostnogo i termicheskogo faktorov v za-sushlivost' territorij Evropejskoj chasti Rossii i Zapadnoj Sibiri // Agrofizika. 2016. № 4. S. 24–34.
21. Nikolaev M.V. Ocenka izmenyayushhegosya vklada obil'nyh osadkov v riskovannost' zemledeliya v Nechernozem'e Evropejskoj Rossii // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 2018. T. 150. vyp.6. S.1–14. <https://doi.org/10.1134/S0869607118060010>
22. Nikolaev M.V. Vliyanie klimaticheskikh izmenenij na produktivnost' melioriruemyh zemel' // Ma-terialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem "Vklad agrofiziki v resh-enie fundamental'nyh zadach sel'skohozyajstvennoj nauki", Sankt- Peterburg, 1–2 oktyabrya 2020 g. SPb.: FGBNU AFİ, 2020. S. 478–483.
23. Nikolaev M.V. Uyazvimost' polevyh kul'tur k pereuvlazhneniyu v usloviyah izmenenij klimata v Nechernozem'e Evropejskoj Rossii i varianty adaptacii // Izvestiya Russkogo geograficheskogo ob-shhestva. 2021. T. 153. № 4. S. 47–67. <https://doi.org/10.31857/S0869607121040030>
24. Obuhov A.M., Kurganskaya M.V., Tatarskaya M.S. Dinamika uslovij vozniknoveniya zasuh i dru-gih krupnomasshtabnyh pogodnyh anomalij // Meteorologiya i gidrologiya. 1984. № 10. S. 5–14.
25. Prirodno–sel'skohozyajstvennoe rajonirovanie zemel'nogo fonda SSSR (karta). M.: GUGK, 1984.
26. Selyaninov G.T. Specializaciya sel'skohozyajstvennyh rajonov po klimaticheskomu priznaku // Rastenievodstvo SSSR. T. 1. M.: Sel'hozgid, 1933. S. 1–15.
27. Selyaninov G.T. Principy agroklimaticheskogo rajonirovaniya SSSR // Voprosy agroklimatichesk-ogo rajonirovaniya SSSR. M.: Izd -vo MSH SSSR, 1958. S. 7–14.
28. Cherenkova E.A., Semanova I.G., Kononova N.K., Titkova T.B. Zasuhi i dinamika sinopticheskikh processov na yuge Vostochno–Evropejskoj ravniny v nachale XXI veka // Izvestiya RAN. Ser. geogr. 2014. № 5. S. 1–21.
29. Shashko D.I. Agroklimaticheskie resursy SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 247 s.
30. Shver Cz.A. Atmosfernye osadki na territorii SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 300 s.
31. Climate Change 2014 Synthesis Report / Ed. by The Core Writing Team, Rajendra K. Pachauri, Leo Meyer. WMO: Geneva, 2014. 132 p.
32. Climate Extremes and Their Implications for Impact and Risk Assessment / Ed. by J. Sillman, S. Sippel and S. Russo. Elsevier, 2020. 355 p.
33. Eitzinger J., Utset A., Trnka M., Zalud Z., Nikolaev M., and Uskov I. Weather and Climate and Optimization of Farm Technologies at Different Input Levels // Managing Weather and Climate Risks in Agriculture/Sivakumar M.V.K. and Motha R. (eds.). Springer, 2007. P. 141–170.

-
34. Eitzinger J., et all. Vulnerability and Adaptation Options of European Agriculture // *Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe* / V. Alexandrov, M.F. Gajdusek, C.G. Knight, A. Yotova (eds.). Springer, 2010. P. 139–161.
 35. Eitzinger J., et all. Adaptation Options to Climate Change Impacts in European Agriculture // *Climate Change Adaptation: Ecology, Mitigation and Management* / Adam L. Jenkins (Ed.). Nova Science Publishers, 2011. P. 151–162.
 36. Nikolaev M.V. Impact of Climate Change on Agriculture in North-West Russia and Adaptation Options // *Advances in Environmental Modeling and Measurements*. Chapter 20. / D.T. Mihailovic, B. Lalic (eds.). Nova Science Publishers, 2010. P. 223–231.
 37. Nikolaev M.V. Integrated Assessment of Change in Contribution of Excessive Moisture to Farming Risks in the Humid Zone of Western Russia // *Meteorology, Hydrology and Water Management*. 2020. V. 8. issue 1. P. 46–53. <https://doi.org/10.26491/mhwm/111>
 38. Nikolaev M.V. Assessment of Crop Farming Vulnerability to Over – Wetting Effects under Climate Change in the Humid Zone of Western Russia// *Book of Abstracts of the 13th International Conference on Agrophysics “Agriculture in Changing Climate”, 15–16 November 2021, Lublin, Poland*. 2021. P. 69.

ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЭВТРОФНЫХ ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ

© 2022 г. А. В. Леонов^а, *, М. В. Зобкова^б, **

^аИнститут океанологии им. П.П. Шишова РАН, Москва, Россия

^бИнститут водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

*E-mail: leonov@ocean.ru

**E-mail: rincalika21@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.02.2022 г.

После доработки 24.04.2022 г.

Принята к публикации 30.05.2022 г.

Проведено исследование по изучению долгосрочных (126 сут) БПК-экспериментов в воде из эвтрофных водных объектов Карелии (озер Крошнозеро, Святозеро, Яндомозеро, Верхнее и реки Шуя). За различные сезоны 2012–2017 гг. с водой из поверхностного горизонта было выполнено 48 экспериментов при 20 и 10°C. Были получены значения кинетических параметров БПК, которые достаточно полно отражают изменения потребления O₂ по стадиям (I, II и L). В результате анализа данных был выявлен ряд общих особенностей, характерных для всех исследованных эвтрофных водных объектов. Во-первых, наблюдается резкое увеличение потребления O₂ от зимы к лету при 20 и 10°C: в среднем – в 3.0 и 4.7 раза соответственно. Во-вторых, в зависимости от сезона изменяется вклад каждой стадии в БПК_{полн}: зимой и осенью наибольший вклад при 20°C оказывает L стадия (53%), весной – II стадия (45%), а летом – I стадия (43%). Такое отличие связано с условиями продуцирования лабильного органического вещества (ОВ) в различные сезоны года. В-третьих, скорость окисления ОВ на L стадии, на которой происходит медленное окисление гумусовых веществ, во все сезоны в несколько раз ниже скорости на I стадии, где быстро окисляются лабильные компоненты ОВ. Только летом скорость на L стадии несколько возрастала, что, по-видимому, связано с интенсивным окислением взвешенного ОВ, образующегося в большом количестве в этот период. Полученные взаимосвязи между разными показателями ОВ и кинетическими параметрами БПК в воде из эвтрофных озер отражают спектр сезонных особенностей изменения условий окисления ОВ и характеризуются высокими значениями коэффициентов детерминации ($R^2 = 0.81–1.00$).

Ключевые слова: биохимическое потребление кислорода, константа скорости/скорость потребления кислорода, органическое вещество, качество воды, эвтрофные водоемы

DOI: 10.31857/S0869607122030053

ВВЕДЕНИЕ

Органическое вещество (ОВ) в природных водах принято разделять в зависимости от происхождения на автохтонное (образуется в водоемах в основном за счет фитопланктона) и аллохтонное (образуется на водосборе и поступает в природные воды с речным стоком). Состав автохтонного ОВ (ОВ_{авт}) характеризуется биохимически легко окисляемыми соединениями (свободными углеводами и аминокислотами, липида-

ми, белками, мочевиной и другими веществами), а аллохтонного ($OB_{алл}$) – трудно-окисляемыми гумусовыми веществами (ГВ) [3]. Следует отметить, что с ростом трофности существенный вклад в общее содержание OB вносит взвешенное вещество (BV), активно продуцируемое в воде в периоды вегетации.

Эвтрофные водоемы характеризуются высокими концентрациями биогенных веществ (BV : соединений N , P , Si), высокой продукцией биомассы фитопланктона и низким качеством воды [2]. При этом биотрансформация BV и продуцирование биомассы происходят при выраженных колебаниях активности этих процессов по сезонам, что связано с годовой динамикой факторов среды (температура, освещенность, прозрачность среды и содержание в ней BV).

В сезонной динамике общего содержания $OB_{авт}$ (растворенного и взвешенного) наименьшие его концентрации приходится на период зимы, когда вегетация планктона низка и нет продуцирования OB . В большинстве водоемов Карелии пик концентраций $OB_{авт}$ приходится на лето – период наибольшей активности фитопланктона [16]. При этом в эвтрофных водоемах концентрация взвешенного $OB_{авт}$ существенно возрастает в вегетационный период при малой изменчивости содержания растворенного $OB_{авт}$ [6].

На развитие кинетики в продолжительных БПК-экспериментах в воде из эвтрофных водоемов в значительной степени влияют следующие особенности: низкое содержание в придонных водах растворенного O_2 (иногда и его отсутствие), специфичный состав зоо- и фитопланктона (при весеннем цветении в сообществе фитопланктона часто присутствует вид *Microcystis aeruginosa*), наличие характерного антропогенного влияния на водоемы с выраженным поступлением BV и OB с водосборов [2], высокое содержание легкоокисляемых компонентов $OB_{авт}$ [17] и, в частности, взвешенное OB . В результате внешний (или характерный) вид БПК-кривых может существенно изменяться в разные сезоны, что характеризуется значениями кинетических параметров [11].

Поэтому цель данного исследования состояла в оценке особенностей кинетических процессов трансформации OB в эвтрофных водоемах. Для этого предстояло установить значения кинетических параметров БПК в воде с учетом основных факторов среды (температурные условия, разные сезоны, состав компонентов OB); охарактеризовать отличия окисления различных компонентов OB на отдельных стадиях развития БПК (I, II и L стадии); выявить взаимосвязи между кинетическими параметрами БПК и показателями компонентов OB .

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в 2012–2017 гг. на пяти эвтрофных водных объектах (озера Крошнозеро, Святозеро, Яндомозеро, Верхнее и р. Шуя), отличающихся морфометрическими характеристиками, размерами и химическим составом (рис. 1). Все выбранные для исследования кинетики БПК эвтрофные водоемы Карелии разнотипны по содержанию BV . В озерах повышена концентрация $P_{общ}$, и от зимы к лету его содержание возрастает при незначительных колебаниях $P_{мин}$. Содержание форм N может сильно отличаться, а концентрация Si особенно зависит от его поступления с водосборов и зимой максимальна в большинстве водоемов [16].

Озеро Крошнозеро (КР) относится к бассейну р. Шуи. Площадь водосборной территории 187.2 км², период водообмена озера составляет 0.9 года, средняя и максимальная глубины 5.7 и 12.6 м соответственно. Антропогенную нагрузку на водоем оказывают сельскохозяйственные угодья [14], а также форелевое хозяйство, расположенное на его акватории. Несмотря на то, что в вегетационный период в воде КР повышены концентрации углеводов, липидов, белков, она характеризуется не очень высокой долей $OB_{авт}$ из-за проточности водоема [17].

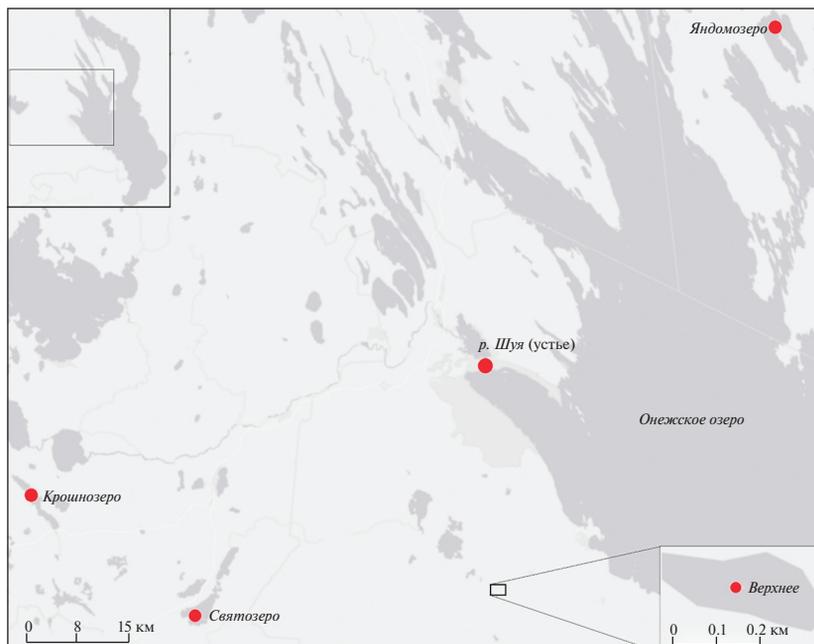


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных водных объектов.

Fig. 1. Schematic map of the sampling sites in water objects.

Озеро Святозеро (СВ) – водоем сельскохозяйственного района [14], находится в бассейне р. Шуя. Площадь водосборной территории 50.5 км^2 , а его зеркала 9.9 км^2 . Водоем мелководный (максимальная глубина 17.2, средняя 7.2 м) и слабопроточный (период водообмена 7.7 лет) с хорошим прогревом воды. В воде СВ отмечены значительные концентрации лабильного ОВ (углеводов, липидов, белков, растворенных аминокислот) и повышенная доля общего $\text{OB}_{\text{авт}}$ ($>40\%$ из-за замедленного водообмена [17]). Водоем подвергается интенсивному антропогенному воздействию (населенные пункты, сельское хозяйство, рыбоводство и др.), которое за многолетний период способствовало возрастанию его трофического статуса [7, 16].

Озеро Яндомозеро (ЯН) – мелководное (максимальная и средняя глубины 9 и 4 м соответственно), площадь поверхности 30 км^2 . Предполагалось, что ЯН относится к водоемам мезотрофного типа, однако более детальные сезонные исследования дали информацию, которая позволяет считать озеро эвтрофным [16]. Водоем характеризуют следующие показатели: малый удельный водосбор (2.1) и средний по величине период водообмена (4.2 года). В зимний период в его водах повышено содержание ВВ (до 1.4 мг/л), а в осенний период отмечена наибольшая активность фитопланктона [16].

Озеро Верхнее (ВР) – мелководный водоем, расположенный на водосборе Онежского озера. Рядом с озером расположены дачные кооперативы, которые способствуют выносу БВ и загрязняющих веществ в него. Подробных гидрохимических исследований на озере ранее не проводилось, однако в этом полигумусном водоеме отмечена очень высокая концентрация $\text{OB}_{\text{алл}}$ [6].

Река Шуя (РШ) – второй по величине приток Онежского озера (объем стока $3.1 \text{ км}^3/\text{год}$). Устье реки расположено в вершинной части Петрозаводской губы озера, куда с речными водами поступает существенное количество ОВ гумусовой природы

[3]. Река имеет освоенный под сельское хозяйство водосбор. Для водоемов бассейна р. Шуи характерно антропогенное евтрофирование при избыточном поступлении в водоемы БВ от рассредоточенных сельско- и рыбохозяйственных источников.

Вода для экспериментов отбиралась в районах формирования стока из озер Крошнозеро, Святозеро и Яндомозеро зимой-осенью 2012 г. и из центральной части озера Верхнее – в период открытой воды 2014 г. Из устьевой зоны р. Шуи отбор проб осуществлялся во все сезоны 2013 г., а также зимой и весной 2016 и 2017 гг. Пробы воды для БПК-опытов отбирались только из поверхностного горизонта 1 м. Всего было выполнено 48 экспериментов: 25 – при 20°C (по 7 – зимой и весной, 6 – летом и 5 – осенью), и 23 – при 10°C (6 экспериментов зимой, 7 – весной и по 5 – летом и осенью).

Методика постановки и проведения длительных БПК-экспериментов была подробно описана ранее [10]. Полученные в экспериментах мультистадийные БПК-кривые обрабатывались [13] и для каждой выделенной стадии оценивались значения кинетических параметров БПК: k – константа скорости БПК на I стадии, сут⁻¹; w_1 – константа скорости БПК на II стадии, (л · мг⁻¹ · сут⁻¹); v_1 , ω_S – соответственно скорости БПК на I и L стадиях, мг О₂/(л · сут); $[O_2]^I$, $[O_2]^{II}$ – предельные значения БПК соответственно на I и II стадиях, мг О₂/л; ω_S^{126} – общее потребление О₂ на L стадии, мг О₂/л; БПК_{полн} – БПК полное, то есть суммарное потребление О₂ по выделенным стадиям, мг О₂/л.

Перед началом эксперимента в пробах воды определяли значения химического потребления кислорода (ХПК) и перманганатной окисляемости (ПО), а также содержание общего фосфора ($P_{общ}$) и взвешенного вещества (ВВ). Определение органического углерода ($C_{орг}$) проводилось согласно методике [5], а общего $OB_{авт}$ и $OB_{алл}$ сорбцией на диэтиламиноэтилцеллюлозе [15].

Значения ряда параметров OB оценивалось по эмпирическим уравнениям: содержание лабильного $C(C_{лаб} = 0.3[O_2]^I)$; условно “стойкого” $C(C_{стаб} = C_{орг} - C_{лаб})$, $C_{орг}$ в зависимости от общего содержания $OB(OB_S)$ [1]; содержание $C_{орг}$ – в случаях, где не велось его аналитическое определение ($C_{орг} = 0.375 \text{ ХПК}$) [19].

Особенность воды эвтрофных водоемов заключается в высоком содержании биомассы фитопланктона и, следовательно, органического ВВ, особенно в летний период [16]. Поэтому при исследовании воды и ее использовании в БПК-экспериментах необходимо учитывать взвешенную фракцию $OB(OB_{взв})$, характеризующуюся высоким содержанием детрита, который при разложении определяет высокие скорости потребления О₂ на L стадии (значения ω_S могут быть сопоставимыми с v_1 , и не исключаются случаи, когда $\omega_S \geq v_1$ или $\omega_S \gg v_1$). В текущем исследовании содержание $OB_{взв}$ оценивали по разнице: $OB_{взв}$, мг О/л = ХПК – растворенное $OB_{авт} - OB_{алл}$ [15].

Статистическую обработку данных вели с помощью программного обеспечения SofaStatistics (www.sofastatistics.com) с пороговым критерием статистической значимости (p) равным 0.01.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значения показателей OB в водах исследованных водных объектов. Среднее и сезонное содержание $P_{общ}$, ВВ, OB и его компонентов отличалось во всех исследованных эвтрофных водных объектах (табл. 1). Концентрации $P_{общ}$ в воде всех озер оставались на высоком уровне в течение всего периода наблюдений, при этом отмечалось увеличение $P_{общ}$ от зимы к лету. Отдельно выделялось СВ, в воде которого при цветении воды летом 2012 г. отмечалось резкое возрастание содержания $P_{общ}$ до 222 мкг/л. В то же время были повышены значения косвенных показателей OB (табл. 1), а на содержание $OB_{взв}$ приходилось 18.1 мг О/л (или 68% общего $OB_{авт}$). Во время цветения резко уве-

Таблица 1. Химические показатели ОВ воды в 2012–2017 гг. (пояснения в тексте)
Table 1. Chemical parameters of water organic matter in 2012–2017 (explanations in the text)

Водный объект, сезон, год	Аналитические измерения								Расчетные значения		
	Р _{общ} , мкг/л	ВВ, мг/л	С _{орг} , мг С/л	ПО	ХПК	ОВ _{авт}	ОВ _{алл}	ОВ _{взв}	С _{лаб}	С _{стаб}	ОВ _Σ , мг/л
КР, З, 2012	53	0.6	13.2*	17.1	35.1	10.0	25.1	1.0	0.08	13.12	6.1
КР, В, 2012	78	11.4	13.2*	14.5	35.2	14.3	20.9	7.3	1.08	12.12	6.1
КР, Л, 2012	68	7.0	12.3*	21.5	32.7	16.9	15.8	6.7	0.99	11.31	5.7
КР, О, 2012	59	3.5	11.7*	13.4	31.1	12.9	18.2	2.0	0.67	13.04	5.4
Среднее	64	5.6	12.6	16.6	33.5	13.3	20.0	4.3	–	12.4	5.9
СВ, З, 2012	42	2.2	6.7*	6.3	17.9	8.0	9.9	1.0	0.08	6.62	3.1
СВ, В, 2012	52	2.7	7.2*	5.3	19.1	10.7	8.4	5.7	0.69	6.51	3.4
СВ, Л, 2012	222	9.6	13.2*	9.9	35.3	24.7	10.6	18.1	6.05	7.15	6.1
СВ, О, 2012	51	3.7	7.5*	6.4	19.9	14.3	5.6	4.4	0.85	6.65	3.5
Среднее	92	4.6	8.7	7.0	23.0	14.4	8.6	7.3	–	6.9	4.0
ЯН, З, 2012	16	1.4	7.7*	7.5	20.4	8.7	11.7	1.4	0.14	7.56	3.6
ЯН, В, 2012	20	1.6	10.5*	9.1	21.8	15.2	12.8	8.4	0.53	9.98	4.9
ЯН, Л, 2012	53	6.2	8.2*	7.4	21.9	17.7	4.2	6.4	1.29	6.91	3.8
ЯН, О, 2012	22	3.3	13.7*	17.1	36.6	17.6	19.0	4.7	0.66	13.04	6.4
Среднее	28	3.1	10.0	10.3	25.2	14.8	11.9	5.2	–	9.4	4.7
РШ, З, 2013	35	1.6	17.0	23.7	45.9	7.8	38.1	2.3	0.40	16.60	7.9
РШ, В, 2013	34	9.3	11.8	19.7	33.4	7.0	26.4	0.6	1.02	10.78	5.5
РШ, Л, 2013	65	2.5	15.6	15.1	38.5	14.4	24.1	4.9	2.39	13.21	7.3
РШ, О, 2013	41	6.0	12.9	14.1	30.8	7.7	23.1	2.9	0.45	12.45	6.0
РШ, З, 2016	35	2.0	18.0	21.5	51.3	12.8	38.5	0.9	0.60	17.40	8.4
РШ, В, 2016	37	0.9	16.2	19.7	42.4	7.6	34.8	1.2	0.83	15.37	7.5
РШ, З, 2017	37	2.2	18.6	22.6	49.0	6.9	42.1	2.4	0.83	17.47	8.7
РШ, В, 2017	44	11.5	16.2	21.6	44.9	5.6	39.3	1.2	0.30	15.90	7.5
Среднее	41	4.5	15.8	19.8	42.0	8.0	30.4	2.1	–	14.9	7.3
ВР, В, 2014	47	–	30.3	41.6	61.5	10.2	53.3	0.0	0.45	29.85	14.1
ВР, Л, 2014	66	0.8	26.9	39.3	79.5	10.5	69.0	0.4	0.25	26.65	12.5
ВР, О, 2014	46	1.6	21.3	13.5	70.0	13.1	56.1	2.4	0.47	20.83	9.9
Среднее	53	1.2	26.2	31.5	70.3	11.3	59.5	0.9	–	25.8	12.2

Примечания: * Расчет С_{орг} по эмпирической формуле; обозначения сезонов в табл. 1–2: З – зима, В – весна, Л – лето, О – осень; прочерк – отсутствие данных.

личивались концентрации легкоокисляемых соединений: углеводов – до 11.0 мг/л и липидов – 0.97 мг/л [4]. Это связано с тем, что в летний период в воде СВ активно развиваются сине-зеленые и зеленые водоросли (85% общей численности), в которых содержание углеводов обычно достигает 30–60% в расчете на сухую массу [21].

Содержание ВВ в воде эвтрофных озер выше, чем в мезо- и олиготрофных, что особенно заметно в период открытой воды во время активных продукционных процессов и подтверждается увеличением содержания содержания взвешенной формы ОВ_{авт}, тесной связью ВВ и С_{лаб} (Тест Пирсона: $9.376e^{-3} < 0.01$; $R = -0.541$; $df = 20$). Однако, в озере ВР отме-

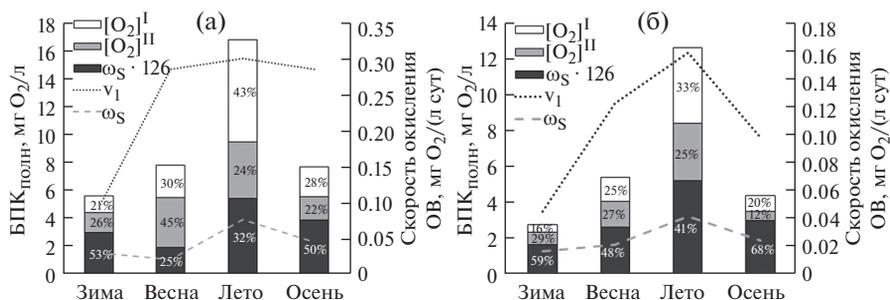


Рис. 2. Вклад каждой стадии (I, II и L) в общее потребление кислорода, а также скорость окисления ОВ на I и L стадиях в различные сезоны при 20 (а) и 10°C (б). Пояснения в тексте.

Fig. 2. Contribution of each stages (I, II, and L) to total oxygen consumption and the rate of organic matter oxidation at I and L stages in different seasons at 20 (a) and 10°C (b). Explanations in the text.

чались наименьшие содержания ВВ и ОВ_{взв} (табл. 1). Это может быть связано с высоким содержанием ОВ_{алл} в воде, которое уменьшает фотический слой и тем самым лимитирует первичную продукцию [19]. Такая тенденция подтверждается статистически: установлено, что с ростом ОВ_{алл} в исследованных объектах снижалось содержание ОВ_{взв} (Тест Пирсона: $6.601e^{-3} < 0.01$; $R = -0.561$; $df = 20$). Исследованные водные объекты отличались по содержанию ОВ_{алл}, минимальные концентрации отмечались в мезогумусном СВ (в среднем 8.6 мг О/л), а максимальные – в полигумусном ВР (в среднем 59.5 мг О/л). Содержание ОВ_{авт} значительно варьировало в течение всего периода наблюдений, за счет изменения взвешенной его формы, минимальные значения которой были отмечены в зимний период, когда продуцирования ОВ практически не происходило.

Особенности кинетики БПК в воде из эвтрофных водных объектов. С помощью БПК-кривых с выраженными двумя-тремя стадиями потребления О₂ были получены значения отдельных кинетических параметров (табл. 2). Обработка данных по кинетике БПК показала ряд общих особенностей, характерных для всех эвтрофных водных объектов. Наблюдается резкое увеличение потребления О₂ от зимы к лету: в среднем – в 3.0 и 4.7 раза соответственно при 20 и 10°C. В зависимости от сезона изменяется вклад каждой стадии в общее потребление О₂ (БПК_{полн}) (рис. 2). Зимой и осенью при разных температурах наибольший вклад в БПК_{полн} (50% и более) оказывает L стадия. В зимний период, когда новообразования ОВ практически не происходит, выявлен минимальный вклад I и II стадий в БПК_{полн}. Весной при 20°C доминирует II стадия (45% от БПК_{полн}). Это связано с активным продуцированием диатомовыми водорослями липидов, взаимосвязь которых от потребления О₂ на II стадии была выявлена ранее [11]. В летний период, когда происходит максимальное продуцирование лабильного ОВ, превалирует I стадия, что подтверждается связью, установленной между [O₂]^I и ОВ_{авт} (Тест Пирсона: $5.666e^{-3} < 0.01$; $R = -0.558$; $df = 21$). Суммарное потребление О₂ на I и II стадиях летом при 20 и 10°C достигает соответственно 68 и 59%.

Скорость окисления ОВ на L стадии во все сезоны наблюдений была в несколько раз ниже скорости на I стадии (см. рис. 2). Это связано с тем, что на L стадии происходит медленное окисление ГВ, а на I стадии – сравнительно быстрое окисление лабильных компонентов ОВ. Только летом скорость потребления О₂ на L стадии возрас- тала при 20°C в среднем до 0.076 мг О₂/(л · сут) и при 10°C – до 0.041 мг О₂/(л · сут).

Таблица 2. Значения кинетических параметров БПК при разных температурах: 20°C — числитель и 10°C — знаменатель (числа в скобках — принятые конечные значения БПК, учитываемые при обработке данных экспериментов; пояснения в тексте)
Table 2. The values of kinetic parameters estimated at different temperatures: the numerator is the 20°C and the denominator is the 10°C (numbers in parentheses are adjusted final experimental BOD values taken into account at processing the experimental data; explanations in the text)

Водный объект, сезон, год	Тип БПК	Кинетические БПК-параметры											
		I стадия (по E- или A-типу)				Линейная стадия			II стадия			БПК _{полн}	
		$[O_2]^I$, мг O ₂ /л	k или w_1 , л мг ⁻¹ сут ⁻¹	V_1 , (л сут) мг O ₂	w_8 , (л сут) мг O ₂	$w_8 \cdot 126$, мг O ₂ /л	$[O_2]^{II}$, мг O ₂ /л	w_2 , л мг ⁻¹ сут ⁻¹	расчет	опыт			
КР, 3, 2012	$\frac{AL}{AL}$	$\frac{0.26}{0.08}$	$\frac{0.233}{0.494}$	$\frac{0.0011}{3.79 \times 10^{-4}}$	$\frac{0.0633}{0.0275}$	$\frac{5.317^*}{2.310^*}$	—	—	$\frac{5.577}{2.390}$	$\frac{5.55}{2.39}$			
КР, В, 2012	$\frac{EA}{EAL}$	$\frac{3.60}{1.36}$	$\frac{0.175}{0.140}$	$\frac{0.6300}{0.1900}$	$\frac{0.0434}{0.1320}$	—	$\frac{4.53}{1.31}$	$\frac{0.365}{0.207}$	$\frac{8.093^*}{8.138}$	$\frac{8.25(8.09)}{8.14}$			
КР, Л, 2012	$\frac{EL}{EL}$	$\frac{3.30}{1.97}$	$\frac{0.111}{0.129}$	$\frac{0.3660}{0.2540}$	$\frac{0.1320}{0.0587}$	$\frac{16.632}{7.396}$	—	—	$\frac{19.93}{9.366}$	$\frac{19.93}{9.36}$			
КР, О, 2012	$\frac{AAL}{AL}$	$\frac{2.59}{1.12}$	$\frac{0.223}{0.298}$	$\frac{0.3120}{0.0535}$	$\frac{0.0212}{0.0256}$	$\frac{2.671}{3.226}$	$\frac{2.94}{-}$	$\frac{0.101}{-}$	$\frac{8.201}{4.346}$	$\frac{8.20}{4.38}$			
СВ, 3, 2012	$\frac{AAL}{AAL}$	$\frac{0.27}{0.21}$	$\frac{0.150}{0.254}$	$\frac{1.02 \times 10^{-3}}{1.14 \times 10^{-3}}$	$\frac{0.0174}{0.0050}$	$\frac{1.462^*}{0.420^*}$	$\frac{2.54}{0.51}$	$\frac{0.098}{0.150}$	$\frac{4.272}{1.140}$	$\frac{4.05(4.27)}{1.14}$			
СВ, В, 2012	$\frac{EAL}{EAL}$	$\frac{2.30}{1.43}$	$\frac{0.130}{0.108}$	$\frac{0.2990}{0.1540}$	$\frac{0.0259}{0.0231}$	$\frac{3.263}{2.911}$	$\frac{2.80}{0.86}$	$\frac{0.093}{0.401}$	$\frac{8.363}{5.201}$	$\frac{8.37}{5.20}$			
СВ, Л, 2012	$\frac{AAL}{EAL}$	$\frac{20.15}{12.52}$	$\frac{0.347}{0.085}$	$\frac{26.22}{1.064}$	$\frac{0.0643}{0.0750}$	$\frac{4.051^{2*}}{9.450}$	$\frac{16.46}{8.78}$	$\frac{0.180}{0.042}$	$\frac{40.66}{30.75}$	$\frac{42.0(40.7)}{30.75}$			
СВ, О, 2012	$\frac{AAL}{EAL}$	$\frac{2.84}{1.60}$	$\frac{0.255}{0.143}$	$\frac{0.4090}{0.2290}$	$\frac{0.0335}{0.0150}$	$\frac{4.221}{1.890}$	$\frac{1.47}{1.12}$	$\frac{0.100}{0.108}$	$\frac{8.531}{4.610}$	$\frac{8.54}{4.61}$			
ЯН, 3, 2012	$\frac{AL}{AL}$	$\frac{0.46}{0.47}$	$\frac{0.157}{0.220}$	$\frac{0.0953}{0.00566}$	$\frac{0.0348}{0.0143}$	$\frac{2.923^*}{1.201^*}$	—	—	$\frac{3.383}{1.671}$	$\frac{3.37}{1.68}$			
ЯН, В, 2012	$\frac{AAL}{AAL}$	$\frac{1.75}{1.13}$	$\frac{0.332}{0.280}$	$\frac{0.1960}{0.0339}$	$\frac{0.0264}{0.0173}$	$\frac{3.326}{2.179}$	$\frac{1.42}{0.76}$	$\frac{0.490}{0.176}$	$\frac{6.562}{4.073}$	$\frac{6.39(6.56)}{3.91(4.07)}$			

Таблица 2. Окончание

Водный объект, сезон, год	Тип БПК	Кинетические БПК-параметры									
		I стадия (по E- или A-типу)				Линейная стадия		II стадия		БПК _{полн}	
		$[O_2]^I$, мг O ₂ /л	k или w_1 , л мг ⁻¹ сут ⁻¹	v_1 , мг O ₂ (л сут)	ρ_S , мг O ₂	$\rho_S \cdot t_{26}$, мг O ₂ /л	$[O_2]^{II}$, мг O ₂ /л	w_2 , л мг ⁻¹ сут ⁻¹	расчет	опыт	мг O ₂ /л
ЯН, Л, 2012	AA EAL	4.30 1.23	0.223 0.111	0.9480 0.137	— 0.0257	— 3.238	3.89 1.40	0.052 0.116	8.186 5.868	8.31(8.19) 5.85	
ЯН, О, 2012	EAL EAL	2.20 0.70	0.105 0.136	0.2310 0.0952	0.0330 0.0169	4.158 2.129	1.50 0.94	0.092 0.082	7.858 3.769	7.67(7.86) 3.77	
ВР, В, 2014	EL AAL	1.51 1.25	0.195 0.269	0.2940 0.0716	0.0871 0.0266	6.097 ^{3*} 3.352	— 1.11	— 0.165	7.607 5.712	7.61 5.71	
ВР, Л, 2014	AL AAL	0.85 1.76	0.724 0.390	0.5010 0.0657	0.1852 0.0200	6.482 ^{4*} 2.520	— 2.37	— 0.037	7.327 6.650	7.32 6.65	
ВР, О, 2014	AL AL	1.57 0.39	0.381 0.357	0.2060 1.04×10^{-3}	0.1107 0.0361	5.424 ^{5*} 4.549	— —	— —	6.994 4.939	6.95 4.94	
РШ, 3, 2016	AAL EAL	2.00 0.68	0.352 0.189	0.0330 0.1290	0.0327 0.0201	4.120 2.533	1.90 0.75	0.170 0.224	8.020 3.963	7.99 3.94(3.96)	
РШ, В, 2016	EAL AAL	2.75 0.90	0.083 0.430	0.2280 0.1560	0.0066 0.0071	0.828 0.646 ^{6*}	4.51 1.92	0.116 0.123	8.088 3.466	8.06 3.54(3.47)	
РШ, 3, 2017	EA EAL	2.75 0.66	0.125 0.175	0.3440 0.1160	— 0.0143	— 1.301 ^{6*}	1.419 1.49	0.106 0.127	4.169 ^{5*} 3.451	4.17 3.54	
РШ, В, 2017	AA AA	1.00 1.65	0.420 0.276	0.00773 0.0688	— —	— —	6.98 3.44	0.076 0.081	7.980 5.090	7.96 5.22(5.06)	

Примечания: * период 84 сут; ^{2*} период 63 сут; ^{3*} период 70 сут; ^{4*} период 70 сут; ^{5*} период 35 сут; ^{6*} период 49 сут; ^{6*} период 91 сут; прочерк — отсутствие данных.

Это может быть связано с интенсивным окислением не только ГВ, но и взвешенного ОВ [11], образующегося в большом количестве в этот период. Скорость окисления ОВ на I стадии была минимальной в зимней воде, а в летней при 20 и 10°C она увеличивалась соответственно в 3.2 и 3.6 раза. Таким образом, вклад каждой стадии в общее потребление O_2 , а также скорости окисления ОВ на разных стадиях, характеризуют состав и особенности окисления различных компонентов ОВ в разные сезоны года в эвтрофных водоемах.

Принципиальная особенность опытов с водой из эвтрофных водных объектов заключается в различиях скоростей процессов потребления O_2 на разных стадиях БПК и особенно на L стадии. В ходе экспериментов до завершения намеченного их срока, часто фиксируется полное исчерпание растворенного O_2 на I и II стадиях. Такие случаи были отмечены на 35–70-е сут в экспериментах с водой из КР, ЯН, ВР и РШ. Особенности процессов кинетики БПК и их параметров для конкретных исследованных водных объектов приведены ниже в описаниях каждой из пяти серий экспериментов.

Серия 1 – данные экспериментов с водой из озера Крошнозеро. В зимней и осенней воде сохранялся порядок значений констант скорости w_1 , но существенно отличались значения параметров $[O_2]^1$, и v_1 : они были выше осенью как при 20, так и при 10°C (табл. 2, рис. 3). Весной и летом средние значения констант скорости БПК при 20 и 10°C отличались мало, а средние значения параметров $[O_2]^1$ и v_1 были выше в 2.1–2.2 раза в опытах при 20°C (см. табл. 2). Развитие II стадии отмечено в экспериментах весной и осенью, а значения потребления O_2 на II стадии в целом выше, чем на I стадии.

Обнаружены повышенные значения скоростей БПК ω_5 на L стадии (см. табл. 2). Весной из-за полного потребления O_2 на I стадии на развитие L стадии его не осталось. Наибольшие скорости потребления O_2 на L стадии отмечены в опытах с летней водой: при 20°C она была в 2.2 раза выше, чем при 10°C. Надо отметить, что в отличие от других озер, где максимальная скорость v_1 приходилась на летний период, в КР она наблюдалась весной, что, по-видимому, связано с особенностями продукционных процессов в данном водоеме.

Таким образом, в экспериментах с водой из КР при 10°C повышенное потребление O_2 отмечено на I стадии летом, а на L стадии – летом и осенью. При 20°C наибольшие значения потребления O_2 выявлены на I стадии весной и летом, на II стадии – весной и осенью, и на L стадии – летом и зимой (см. табл. 2). Высокие значения ω_5 при 20°C были установлены в экспериментах при отсутствии II стадии. В опытах при 10°C развитие II стадии отмечено лишь весной, и оценить особенности развития БПК в другие сезоны нельзя.

Серия 2 – данные экспериментов с водой из озера Святозеро. В разные сезоны в воде из СВ при разных температурах выявлены небольшие визуальные отличия в развитии БПК в первые 10–15 сут. Такие особенности развития БПК предполагают высокую окислительную способность имеющихся в воде компонентов ОВ независимо от сезонной их изменчивости.

Зимой кинетику I стадии БПК при 20 и 10°C описывали близкие параметры уравнения А-типа, а значения параметров на II стадии при разных температурах отличались (табл. 2, рис. 4). Весной и осенью при разных температурах значения параметров I стадии БПК были близки, но оставались значительно ниже, чем летом во время цветения воды (см. табл. 2). Скорости потребления O_2 на L стадии при 20 и 10°C увеличивались от зимы к лету и затем постепенно снижались к осени.

В результате были выявлены следующие особые свойства окисления имеющихся в воде СВ компонентов ОВ. На I стадии БПК предельные значения потребления O_2 в зимней воде при 20 и 10°C фактически совпадали, а в вегетационный период при 20°C были почти одинаково пропорционально превышены в 1.6–1.8 раза в сравнении с та-

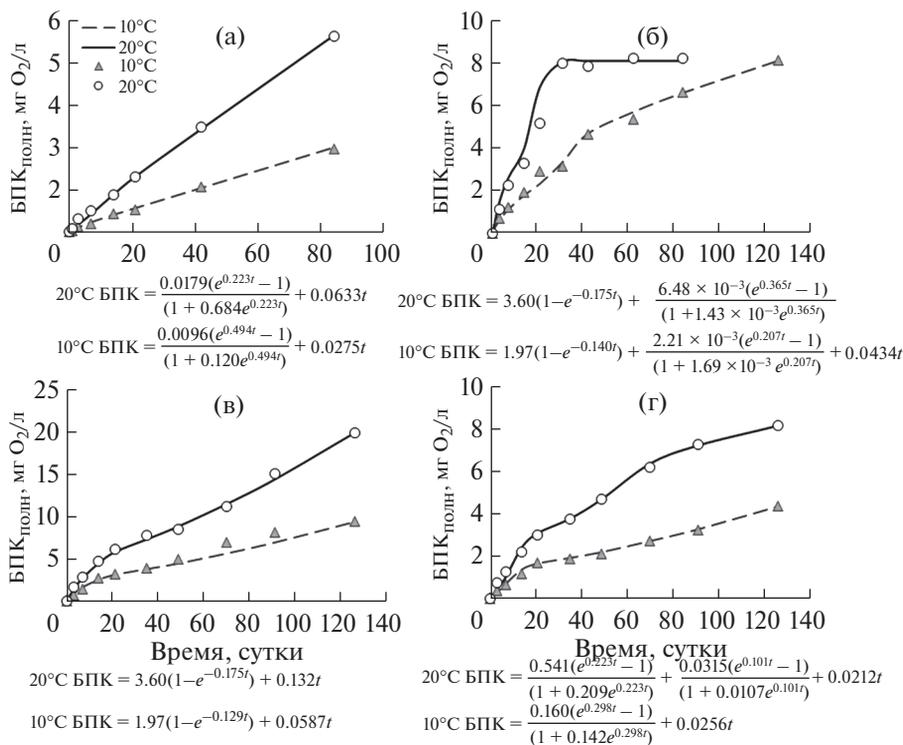


Рис. 3. Развитие БПК в экспериментах при 20 и 10°C с водой из оз. Крошнозеро в 2012 г.: а – зима, б – весна, в – лето, г – осень. Обозначения расчетных кривых и экспериментальных данных по БПК при разных температурах на рис. 3б–г и рис. 4–7 такие же, как на рис. 3а. Под рисунками 3–7 приведены уравнения БПК-кривых.

Fig. 3. BOD-curves in the experiments at 20 and 10°C with water from the lake Kroshnozero in 2012: а – spring, в – summer; г – autumn. The designations of the BOD calculation curves and experimental data in Figs. 3б–3г and Figs. 4–7 are the same as in Fig. 3а. Under the Fig. 3–7 are different BOD-curve equations.

ковыми при 10°C. По L стадии установлен один порядок скоростей ω_5 при 20 и 10°C весной и летом, и отличия в 3.5 и 2.2 раза зимой и осенью соответственно.

Интенсивное цветение воды в 2012 г., а также повышенное антропогенное воздействие на водоем, очевидно, нашли отражение не только в повышении концентраций БВ, показателей ОВ и ВВ, но и свойств окисляемых компонентов ОВ. Летом в воде СВ отмечено наибольшее общее потребление O_2 , которое существенно выше, чем в других озерах, при этом вклад I и II стадий суммарно составлял 90%. А скорость потребления O_2 на I стадии при 20°C была в 88 и 64 раза выше, чем весной и осенью соответственно.

Серия 3 – данные экспериментов с водой из озера Яндомозеро. Развитие I стадии БПК в зимней и весенней воде при 20 и 10°C отражалось параметрами уравнения А-типа, при этом для зимней воды значения этих параметров были ниже, чем для весенней (рис. 5). Летом при 20°C развитие I стадии БПК отражали параметры уравнения А-типа, а при 10°C – уравнения Е-типа, при этом значения всех параметров были значительно выше, чем в другие сезоны. Скорости БПК на L стадии ω_5 при 20°C в экспериментах с зимней, весенней и осенней водой были близки (в летней воде из-за отсутствия

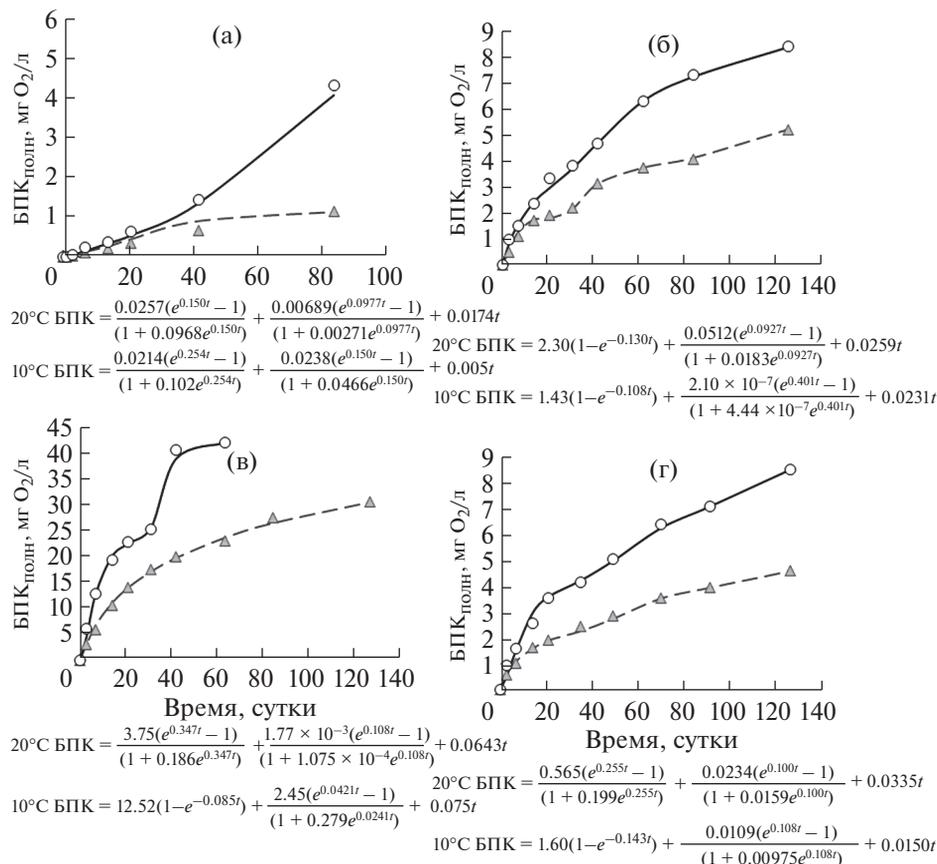


Рис. 4. Развитие БПК в экспериментах при 20 и 10°C с водой из оз. Святозеро в 2012 г.: а – зима, б – весна, в – лето, г – осень.

Fig. 4. BOD-curves in the experiments at 20 and 10°C with water from the lake Svyatzero in 2012: а – winter, б – spring, в – summer; г – autumn.

O₂ стадии не выражена) и в среднем составляли 0.0314 мг O₂/(л · сут), а при 10°C – 0.0186 мг O₂/(л · сут) во все четыре сезона.

Таким образом, высокое потребление O₂ в воде из озера ЯН отмечено в летней воде при 10°C: на I, II и L стадиях оно составляло соответственно 21, 24 и 55% общего потребления O₂, а при 20°C – 53 и 47% на I и II стадиях соответственно (L стадии зафиксировано не было из-за полного расхода O₂ на других стадиях).

Серия 4 – данные экспериментов с водой из озера Верхнее. При 20°C в 2014 г. в весенней воде из озера ВР развитие I стадии БПК характеризовали уравнения Е-типа, а в летней и осенней воде – уравнения А-типа (рис. 6). Потребление O₂ на L стадии воде ВР отражали скорости, которые летом были выше, чем весной и осенью, в 2.1 и 1.7 раза соответственно. Надо отметить, что скорости ω_s в воде ВР были наибольшими среди исследованных эвтрофных озер (см. табл. 2). Скорости БПК на L стадии ω_s при 10°C в весенней, летней и осенней воде были соответственно в 3.3, 9.3 и 3.1 раза ниже скоростей потребления O₂ на L стадии при 20°C.

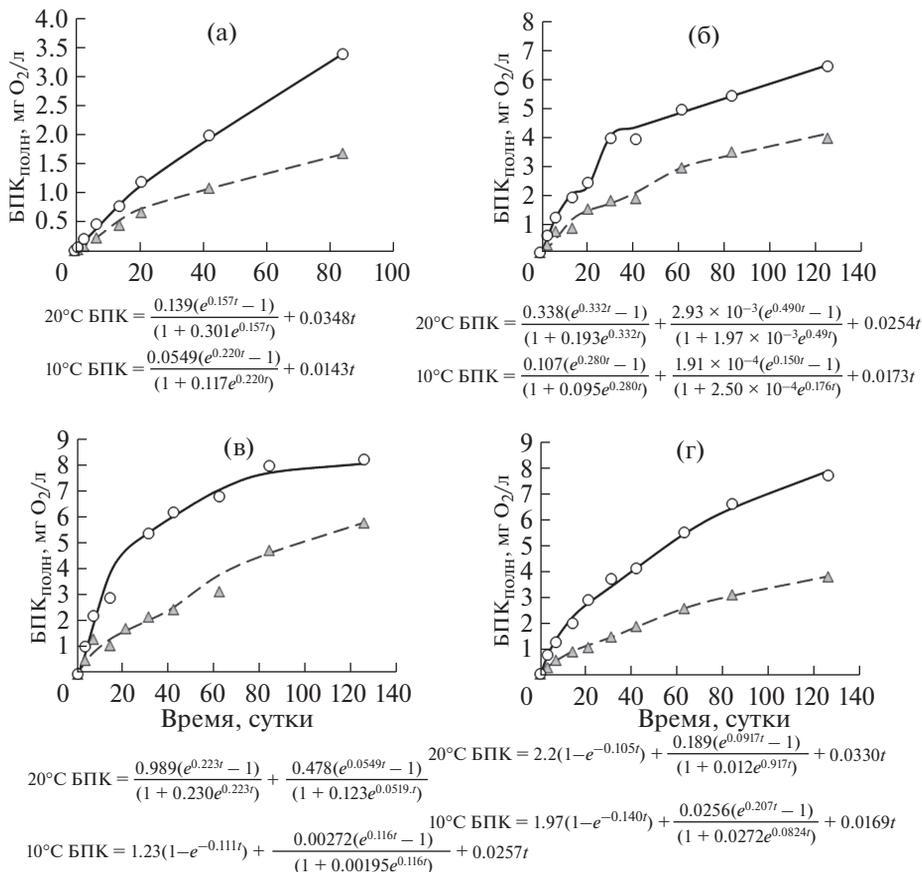


Рис. 5. Развитие БПК в экспериментах при 20 и 10°C с водой из озера Яндомозеро в 2012 г.: а – зима, б – весна, в – лето, г – осень.

Fig. 5. BOD-curves in the experiments at 20 and 10°C with water from the lake Yandomozero in 2012: а – winter, б – spring, в – summer; г – autumn.

Таким образом, повышенное потребление O_2 на I стадии при 20°C отмечено в весенней и осенней воде, II стадия не зафиксирована, а на L стадии – в летней воде. При 10°C повышенное потребление O_2 на I и II стадиях отмечено летом, а на L стадии – осенью (см. табл. 2). В отличие от других исследованных водных объектов вклад L стадии в общее потребление O_2 оставался неизменно высоким в течение всех сезонов и в среднем составлял 82%, что связано с высоким содержанием в воде ГВ.

Серия 5 – данные экспериментов с водой из реки Шуя. Анализ данных экспериментов с водой из устья РШ в 2013 г. [12] показал, что общее потребление O_2 зимой и осенью составляло соответственно 8.18 и 7.01 мг O_2 /л (на I стадии – 16.2–21.4%, на II стадии – 35.0–37.0%, на L стадии – 48.8–41.6%), весной – 7.752 мг O_2 /л (на I и II стадиях – 43.9 и 56.1% соответственно, L стадия не выявлена), и летом – 7.97 мг O_2 /л (при 100% потреблении на I стадии). Выявлено резкое возрастание роли лабильной фракции в окислении ОВ в летний период, что связано с выраженной высокой трофностью вод р. Шуя.

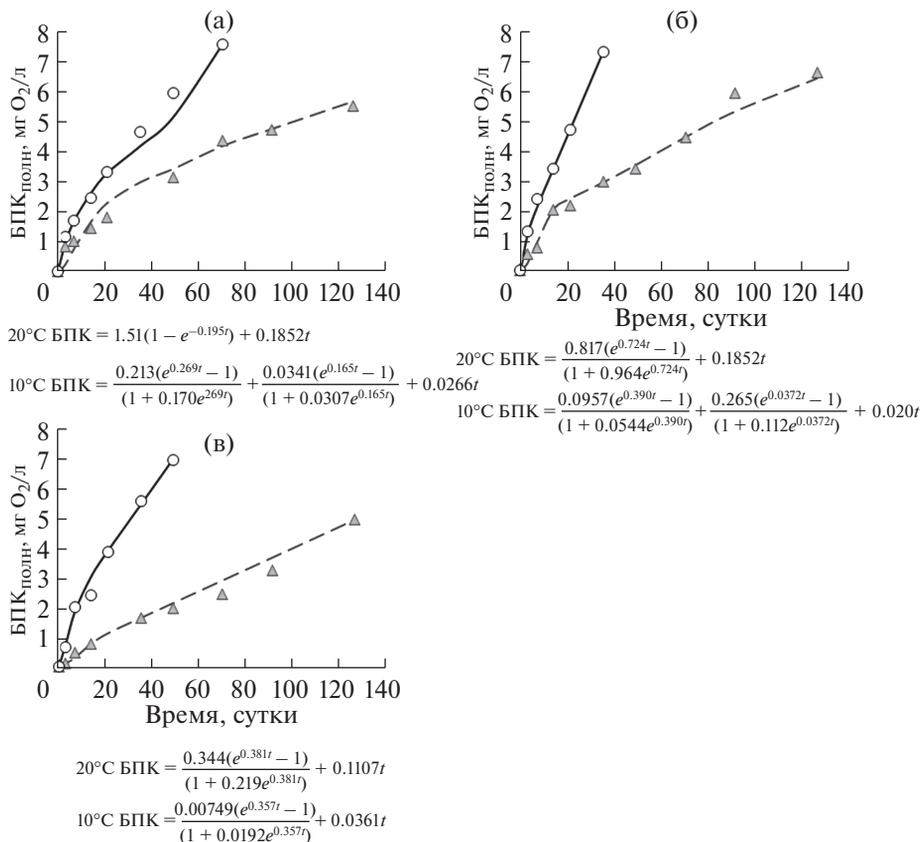


Рис. 6. Развитие БПК в экспериментах при 20 и 10°C с водой из оз. Верхнее в 2014 г.: а – весна, б – лето, в – осень.

Fig. 6. BOD-curves in the experiments at 20 and 10°C with water from the lake Verhnee in 2012: а – spring, б – summer; в – autumn.

В 2016 г. развитие БПК на L стадии при 20 и 10°C в зимней воде характеризовалось гораздо большими скоростями, чем в весенней, что связано с пониженным содержанием O_2 в исследуемой воде к концу эксперимента (рис. 7). В 2017 г. развитие L стадии БПК зимой отмечалось только при 10°C со скоростью $\omega_s = 0.0143$ мг O_2 /(л · сут). Весной при 20°C из-за полного расхода O_2 после 91 сут его потребление прекращалось. В тоже время при наличии в воде кислорода необъяснима остановка его потребления: при 20°C зимой после 50 сут и при 10°C весной после 90 сут (рис. 7). Отсутствие потребления O_2 при его наличии в воде отмечалось в опытах 2013 г. с водой из центрального плеса Онежского озера при 10 и 20°C в зимней воде и при 10°C в весенней (после 49–70 сут) [10]. Подобные случаи требуют тщательного изучения для выяснения причин остановки процесса потребления O_2 в исследуемых водах.

Сопоставление показателей ОВ и параметров кинетики БПК. Ранее проведенный анализ соответствия значений кинетических параметров в пробах воды из разных районов Онежского озера со значениями показателей ОВ выявил взаимосвязи параметров для I, II и L стадий процесса [11]. В текущем исследовании выделенные взаимо-

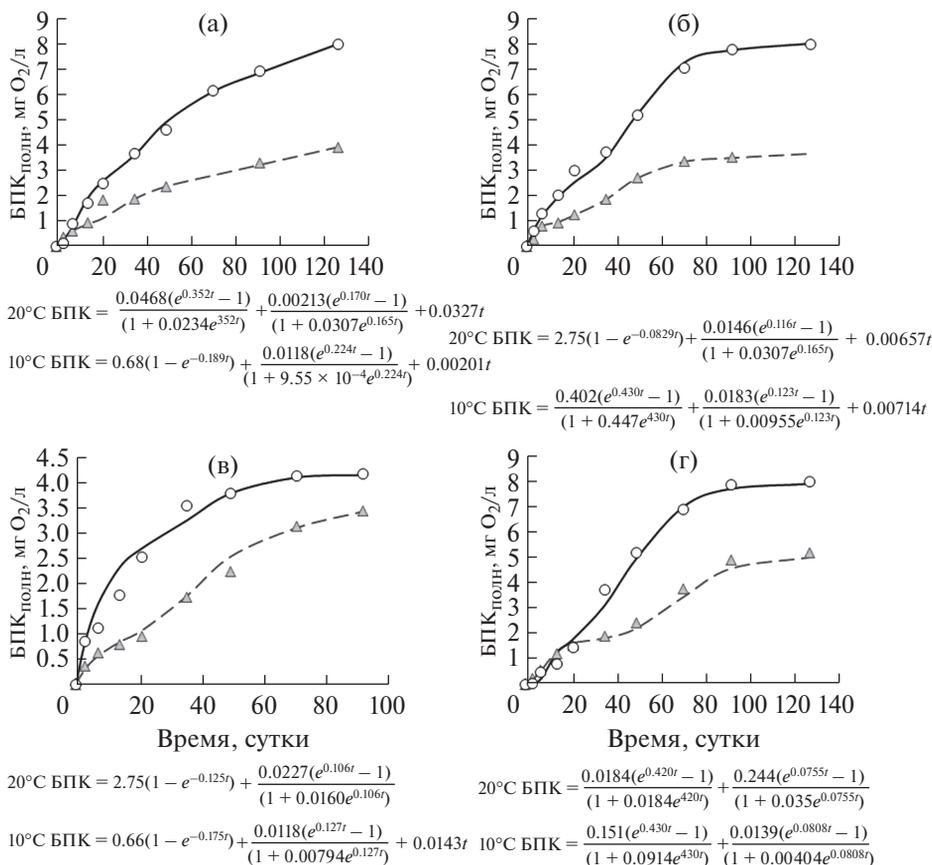


Рис. 7. Развитие БПК в экспериментах при 20 и 10°C с водой из р. Шуя в 2016 г. (а – зима, б – весна) и 2017 г. (в – зима, г – весна).

Fig. 7. BOD-curves in the experiments at 20 and 10°C with water from River Shuya in 2016: (а – winter, б – spring) and in 2017 (в – summer, г – autumn).

связи I–III для эвтрофных водных объектов отличались высокими значениями коэффициентов детерминации $R^2 = 0.81–1.00$ (рис. 8).

Так как вода из эвтрофных водоемов характеризовалась повышенным потреблением O_2 , то ряд экспериментов из-за полного его расходования на I и II стадиях заканчивался до завершения планируемых 126 сут (см. табл. 2). В таких случаях скорости потребления O_2 на L стадии, оцененные на промежуточных этапах развития БПК, пересчитывались на весь период эксперимента ($\omega_S \times 126$) и далее использовались для сопоставления с показателям ОВ.

В целом каждую группу взаимосвязей I–III характеризовали изменяющиеся по сезонам исходные концентрации форм ОВ и условия их окисления за период экспериментов, отражаемые развитием нескольких стадий окисления. В нижнюю зону всех взаимосвязей попадали данные с наименьшими значениями показателей ОВ и БПК, однако диапазон отличий параметров БПК был ниже, чем показателей ОВ. Верхнюю и центральную зону взаимосвязей I формировали данные только летних сезонов СВ, КР и РШ (период наибольших значений БПК и активной трансформации форм ОВ в

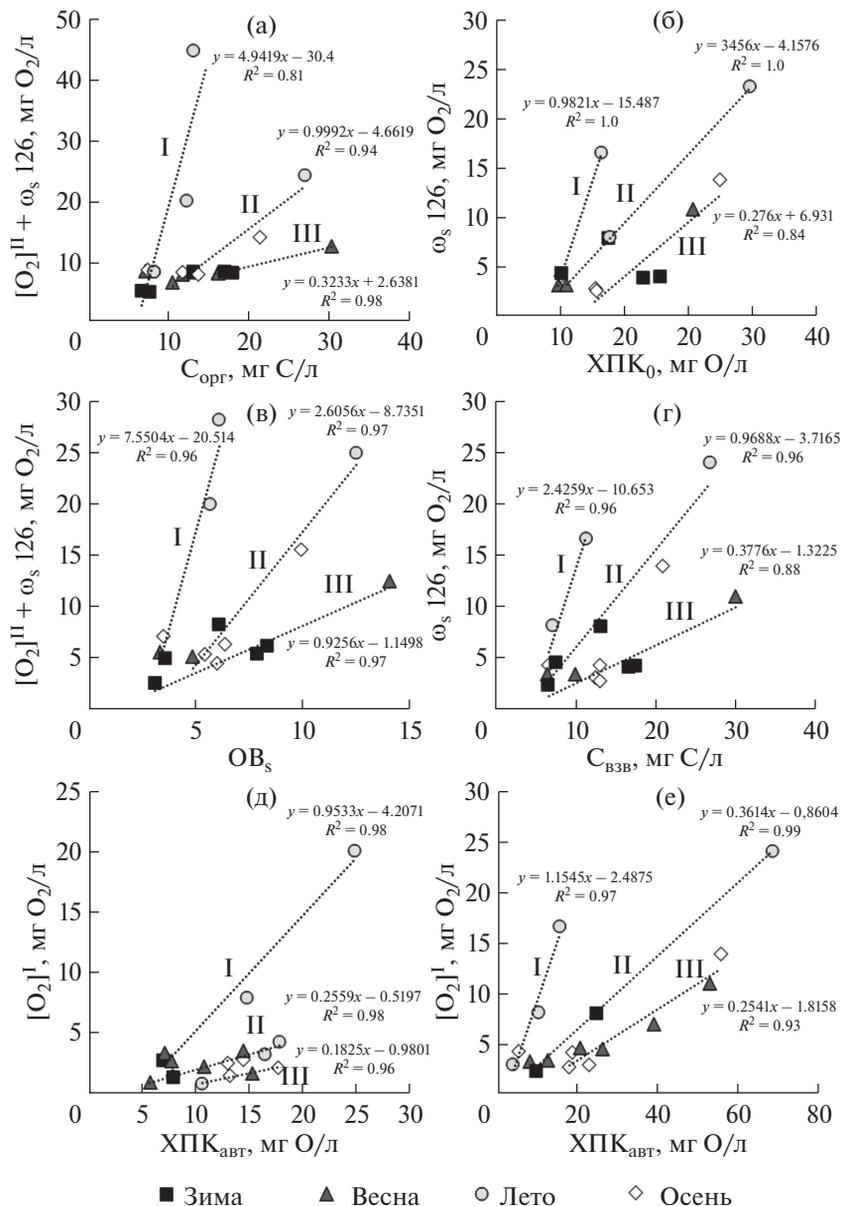


Рис. 8. Соответствие значений показателей OB и кинетических параметров БПК. Пояснения в тексте.
Fig. 8. Correspondence of organic matter concentrations and kinetic BOD parameters. Explanations in the text.

природных водах). Взаимосвязи II определяли данные весенних, летних и осенних сезонов в водоемах ВР, КР и ЯН (в целом при высоких значениях показателей БПК и OB). Взаимосвязи III формировали в основном данные весенних и зимних сезонов (ВР, РШ) и в меньшей степени – осенних сезонов ЯН (пониженные значения показателей БПК и сравнительно высокие показатели OB).

Существенно изменялись значения тангенсов углов наклона к горизонтальным осям кривых взаимосвязей I–III. Между показателями $C_{\text{орг}}$ и БПК₁₂₆ они составили соответственно 4.942, 0.999 и 0.323; между ХПК и $\omega_S \times 126 - 0.982$, 0.346 и 0.276; между OB_S и $([O_2]^I + \omega_S \times 126) - 7.550$, 2.606 и 0.926; между $C_{\text{взв}}$ и $\omega_S \times 126 - 2.426$, 0.969, 0.378; между ХПК_{авт} и $[O_2]^I - 0.953$, 0.256 и 0.183; и между ХПК_{алл} и $\omega_S \times 126 - 1.154$, 0.361 и 0.254. О более активном окислении OB свидетельствуют высокие значения коэффициентов α (отношение показателя БПК к показателю OB) и тангенсы углов наклона взаимосвязей I в сравнении с меньшими их значениями во взаимосвязях II и III. В каждой паре показателей БПК и OB при переходе от взаимосвязи I ко II и далее к III, значения показателей БПК и α , как правило, снижались, а OB – возрастали. Максимальные значения коэффициента α характеризовали взаимосвязи I между интегральными показателями: БПК₁₂₆ и $C_{\text{орг}}$ ($\alpha = 3.387$) и между общим потреблением O_2 на I-й и L стадиях и содержанием OB_S ($\alpha = 4.600$). Высокий угол наклона (2.426) взаимосвязи I между потреблением O_2 на L стадии и содержанием $C_{\text{стаб}}$ отражал условия окисления не только ГВ, но и $OB_{\text{взв}}$ в воде эвтрофных водоемов, особенно в летний период, что подчеркивает важную роль ВВ в кинетике БПК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлены результаты совместных сезонных исследований содержания разных форм OB и их способности к окислению в длительных БПК-экспериментах с водой из разных эвтрофных водных объектов (озера Святозеро, Крошнозеро, Яндомозеро, Верхнее и устьевая зона р. Шуя). Воды всех водоемов испытывают разное антропогенное воздействие, а также имеют состав OB разного генезиса, что в итоге отражается на процессе его окисления в течение длительных БПК-экспериментов.

Полученные в исследовании материалы позволяют охарактеризовать по сезонам состояние имеющихся в воде разных форм OB , их трансформацию и способность к окислению. По окислению лабильных компонентов OB (соотношение $[O_2]^I/PO$) водоемы располагаются в следующей последовательности: СВ → ЯН → РШ → КР → ВР по снижению этого соотношения (2.03, 0.58, 0.53, 0.15 и 0.02 соответственно) при отличиях в 100 раз между крайними водоемами в этом ряду. Выявлен ряд общих особенностей, характерных для всех эвтрофных водных объектов: наблюдается резкое увеличение потребления O_2 от зимы к лету; в зависимости от сезона изменяется вклад каждой стадии в БПК_{полн} (зимой и осенью наибольший вклад оказывает L стадия, весной – II стадия, а летом – I стадия); скорость окисления OB на L стадии во все сезоны несколько раз ниже скорости на I стадии.

Разностороннюю оценку условий окисления компонентов OB можно получить по обобщенным данным соответствия разных показателей OB кинетическим параметрам БПК. По выбранным парам значений OB и БПК построены взаимосвязи I–III, которые отражают спектр сезонных особенностей изменения условий окисления разных OB по всем исследованным водоемам и сезонам как на основе общих показателей, так и показателей для отдельных стадий.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета в рамках государственного задания Института водных проблем Севера Кар НЦ РАН, а в ИО РАН им. П.П. Ширшова в рамках темы № 0128-2021-0016 “Взаимодействие биосфер в Мировом океане”. Исследования выполнены на научном оборудовании Центра коллективного пользования Кар НЦ РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л.: Наука, 1983. 150 с.
2. Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. М.: ГЕОС, 2007. 252 с.
3. Ефремова Т.А., Зобкова М.В. Содержание, распределение и соотношение основных компонентов органического вещества в Онежском озере // Тр. Кар. НЦ РАН. 2019. № 9. С. 60–75. <https://doi.org/10.17076/lim1017>
4. Ефремова Т.А., Сабылина А.В., Лозовик П.А. Углеводы и липиды в поверхностных водах Карелии // Вода: Химия и экология. 2014. № 1. С. 11–19.
5. Зобков М.Б., Зобкова М.В. Устройство для определения органического углерода в воде с фотохимическим пересульфатным окислением в системе непрерывного газового потока и ИК-Фурье спектрометрическим детектированием // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. № 8. С. 10–15.
6. Зобкова М.В., Ефремова Т.А., Лозовик П.А., Сабылина А.В. Органическое вещество и его компоненты в поверхностных водах гумидной зоны // Успехи современного естествознания. 2015. № 12. С. 115–120.
7. Каталог озер и рек Карелии / Ред. Н.Н. Филатов, А.В. Литвиненко. Петрозаводск, 2001. 290 с.
8. Леонов А.В. Обобщение, типизация и кинетический анализ кривых потребления кислорода по данным БПК-опытов // Океанология. 1974. Т. 16, вып. 1. С. 82–87.
9. Леонов А.В., Зобкова М.В. Общая характеристика развития БПК в длительных экспериментах с водой из разнотипных водных объектов Карелии // Тр. Кар. НЦ РАН. 2019. № 3. С. 61–79. <https://doi.org/10.17076/lim952>
10. Леонов А.В., Зобкова М.В. Значения кинетических параметров БПК длительных экспериментов (на примере анализа данных с разными интегральными пробами воды из центральной части Онежского озера) // Тр. Кар. НЦ РАН. 2020. № 4. С. 40–61. <https://doi.org/10.17076/lim1164>
11. Леонов А.В., Зобкова М.В. Соответствие значений параметров долгосрочной кинетики БПК концентрациям компонентов органического вещества в воде из разных акваторий Онежского озера // Тр. Кар. НЦ РАН. 2020. № 9. С. 40–64. <https://doi.org/10.17076/lim1287>
12. Леонов А.В., Зобкова М.В. Применение длительных БПК-экспериментов для сезонных исследований окисления компонентов органического вещества в воде из разных районов Онежского озера // Тр. Кар. НЦ РАН. 2021. № 9. С. 37–57. <https://doi.org/10.17076/lim1369>
13. Леонов А.В., Лозовик П.А., Икко О.И. Использование экспериментальных данных по биохимическому потреблению кислорода для корректной оценки состояния водных объектов и качества природных вод // Тр. Кар. НЦ РАН. 2018. № 3. С. 11–30. <https://doi.org/10.17076/lim726>
14. Лозовик П.А., Куликова Т.П., Мартынова Н.Н. Мониторинг водных объектов Карелии в 1992–2000 гг. // Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск: ИВПС Кар. НЦ РАН, 2003. С. 135–144.
15. Лозовик П.А., Мусатова М.В. Методика разделения органического вещества природных вод адсорбцией на диэтиламиноэтилцеллюлозе на автохтонную и аллохтонную составляющие // Вестник МГОУ. Сер. Естественные науки. 2013. № 3. С. 63–68.
16. Лозовик П.А., Мусатова М.В., Рыжаков А.В. Автохтонное и аллохтонное органическое вещества в разнотипных озерах Карелии // Вода, химия и экология. 2014. № 4. С. 11–17.
17. Лозовик П.А., Рыжаков А.В., Сабылина А.В. Внутриводоемные процессы трансформации, круговорота и образования веществ в природных водах // Тр. КарНЦ РАН. 2011. № 4. С. 21–28.
18. Озера Карелии. Справочник. / Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
19. Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус) // Тр. ГОИН. 1950. Вып. 17 (29). 290 с.
20. Creed I.F., Bergström A.K., Trick C.G., Grimm N.B., Hessen D.O., Karlsson J., Kidd K.A., Kritzberg E., McKnight D.M., Freeman E.C., Senar O.E., Andersson A., Ask J., Berggren M., Cherif M., Giesler R., Hotchkiss E.R., Kortelainen P., Palta M.M., Vrede T. & Weyhenmeyer G.A. Global change – driven effects on dissolved organic matter composition: Implications for food webs of northern lakes // Global change biology. 2018. V. 24. № 8. pp. 3692–3714. <https://doi.org/10.1111/gcb.14129>
21. Ittekkot V. Variations of dissolved organic matter during a plankton bloom: qualitative aspects based on sugar and amino acids analyses // Mar. Chem. 1982. V. 11. pp. 143–158. [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(82\)90038-X](https://doi.org/10.1016/0304-4203(82)90038-X)

Characterization of the Kinetic Processes of Organic Matter Transformation in Eutrophic Lakes of Karelia

A. V. Leonov¹, *, and M. V. Zobkova², **

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

*E-mail: leonov@ocean.ru

**E-mail: rincalika21@yandex.ru

A long-term study of the BOD (biochemical oxygen demand) development in water from five eutrophic water bodies of Karelia (lakes Kroshnozzero, Svyatozero, Yandomozero, Verkhnee, and the Shuya River) was carried out. For various seasons 2012–2017, 48 experiments were conducted at 20 and 10°C with samples taken from the surface horizon. The kinetic parameters of BOD were obtained, which quite fully reflect the changes in oxygen consumption by stages (I, II, and L) at the experiments. As a result of data analysis, several common features typical to all studied eutrophic water bodies were identified. Firstly, an intensive increase in oxygen consumption was found out from winter to summer at 20 and 10°C (mean 3.0 and 4.7 times respectively). Secondly, depending on the season, the contribution of each stage to BOD_{total} varied: in winter and autumn, the maximal contribution was from the L stage at 20°C (53%), in spring – the II stage (45%), and in summer – the I stage (43%). This difference occurs due to the conditions of labile organic matter production in different seasons of the year. Thirdly, the rate of organic matter oxidation at the L stage characterized by slow humic substances oxidation was several times lower in all seasons than the rate at the I stage, where the labile components of organic matter are rapidly oxidized. Only in summer, the rate at the L stage was slightly increased because of intensive oxidation of suspended organic matter which is produced in large quantities during this period. The obtained correlations between different indicators of organic matter and the kinetic BOD parameters in water from eutrophic lakes characterize the difference of seasonal features of changes in organic matter oxidation conditions and have high values of the determination coefficients ($R^2 = 0.81–1.00$).

Keywords: biochemical oxygen demand, rate constant, rate of oxygen consumption, organic matter, water quality, eutrophic water bodies

REFERENCES

1. Bul'on V.V. Pervichnaya produkcija planktona vnutrennih vodoemov. L.: Nauka, 1983. 150 s.
2. Dacenko Yu.S. E'v'trofirovaniye vodohranilishh. Gidrologo-gidrohimicheskie aspekty. M.: GEOS, 2007. 252 s.
3. Efremova T.A., Zobkova M.V. Soderzhanie, raspredelenie i sootnoshenie osnovnykh komponentov organicheskogo veshhestva v Onezhskom ozere // Tr. Kar. NCz RAN. 2019. № 9. С. 60–75. <https://doi.org/10.17076/lim1017>
4. Efremova T.A., Sabylina A.V., Lozovik P.A. Uglevody i lipidy v poverhnostnykh vodah Karelii // Voda: himiya i ekologiya. 2014. № 1. S. 11–19.
5. Zobkov M.B., Zobkova M.V. Ustrojstvo dlya opredeleniya organicheskogo ugleroda v vode s fotohimicheskim persul'fatnym okisleniem v sisteme nepreryvnogo gazovogo potoka i IK-Fur'e spektrometricheskimi detektirovaniem // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2015. № 8. S. 10–15.
6. Zobkova M.V., Efremova T.A., Lozovik P.A., Sabylina A.V. Organicheskoe veshhestvo i ego komponenty v poverhnostnykh vodah gumidnoj zony // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2015. № 12. S. 115–120.
7. Katalog ozer i rek Karelii / Red. N.N. Filatov, A.V. Litvinenko. Petrozavodsk, 2001. 290 s.
8. Leonov A.V. Obobshchenie, tipizaciya i kineticheskij analiz krivykh potrebleniya kisloroda po danym BPK-opytov // Okeanologiya. 1974. T. 16, vyp. 1. S. 82–87.
9. Leonov A.V., Zobkova M.V. Obshhaya harakteristika razvitiya BPK v dlitel'nykh eksperimentah s vodoy iz raznotipnykh vodnykh ob'ektov Karelii // Tr. Kar. NCz RAN. 2019. № 3. S. 61–79. <https://doi.org/10.17076/lim952>

10. Leonov A.V., Zobkova M.V. Znacheniya kineticheskikh parametrov BPK dlitel'nykh eksperimentov (na primere analiza dannykh s razny'mi integral'nymi probami vody iz central'noy chasti Onezhskogo ozera) // Tr. Kar. NCz RAN. 2020. № 4. S. 40–61. <https://doi.org/10.17076/lim1164>
11. Leonov A.V., Zobkova M.V. Sootvetstvie znachenij parametrov dolgosrochnoy kinetiki BPK koncentraciyam komponentov organicheskogo veshhestva v vode iz raznykh akvatorij Onezhskogo ozera // Tr. Kar. NCz RAN. 2020. № 9. S. 40–64. <https://doi.org/10.17076/lim1287>
12. Leonov A.V., Zobkova M.V. Primenenie dlitel'nykh BPK-eksperimentov dlya sezonnykh issledovaniy okisleniya komponentov organicheskogo veshhestva v vode iz raznykh rajonov Onezhskogo ozera // Tr. Kar. NCz RAN. 2021. № 9. S. 37–57. doi: 10.17076/lim1369
13. Leonov A.V., Lozovik P.A., Ikko O.I. Ispol'zovanie eksperimental'nykh dannykh po biokhimiicheskomu potrebleniyu kisloroda dlya korrektnoy ocenki sostoyaniya vodnykh ob'ektov i kachestva prirodnykh vod // Tr. Kar. NCz RAN. 2018. № 3. S. 11–30. <https://doi.org/10.17076/lim726>
14. Lozovik P.A., Kulikova T.P., Martynova N.N. Monitoring vodnykh ob'ektov Karelii v 1992–2000 gg. // *Gidroekologicheskie problemy Karelii i ispol'zovanie vodnykh resursov*. Petrozavodsk: IVPS Kar. NCz RAN, 2003. S. 135–144.
15. Lozovik P.A., Musatova M.V. Metodika razdeleniya organicheskogo veshhestva prirodnykh vod adsorbciy na dietilaminoetilcelluloze na avtohtonnyuyu i allohtonnyuyu sostavlyayushhie // *Vestnik MGOU. Ser. Estestvenny'e nauki*. 2013. № 3. S. 63–68.
16. Lozovik P.A., Musatova M.V., Ryzhakov A.V. Avtohtonnoe i allohtonnoe organicheskoe veshhestva v raznotipnykh ozerakh Karelii // *Voda, himiya i ekologiya*. 2014. № 4. S. 11–17.
17. Lozovik P.A., Ryzhakov A.V., Sabylina A.V. Vnutrivodoemnyye processy transformacii, krugovorota i obrazovaniya veshhestv v prirodnykh vodah // Tr. Kar. NCz RAN. 2011. № 4. S. 21–28.
18. *Ozera Karelii. Spravochnik.* / Pod red. N.N. Filatova, V.I. Kuhareva. Petrozavodsk: Kar. NCz RAN, 2013. 464 s.
19. Skopincev B.A. Organicheskoe veshhestvo v prirodnykh vodah (vodnyj gumus) // Tr. GOIN. 1950. Vy p. 17 (29). 290 s.
20. Creed I.F., Bergström A.K., Trick C.G., Grimm N.B., Hessen D.O., Karlsson J., Kidd K.A., Kritzberg E., McKnight D.M., Freeman E.C., Senar O.E., Andersson A., Ask J., Berggren M., Cherif M., Giesler R., Hotchkiss E.R., Kortelainen P., Palta M.M., Vrede T. & Weyhenmeyer, G.A. Global change-driven effects on dissolved organic matter composition: Implications for food webs of northern lakes // *Global change biology*. 2018. V. 24. № 8. pp. 3692–3714. <https://doi.org/10.1111/gcb.14129>
21. Ittekkot V. Variations of dissolved organic matter during a plankton bloom: qualitative aspects based on sugar and amino acids analyses // *Mar. Chem.*. 1982. V. 11. pp. 143–158. [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(82\)90038-X](https://doi.org/10.1016/0304-4203(82)90038-X)

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА НА РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ УРОВНЯХ

© 2022 г. Т. Е. Исаченко*

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**E-mail: tatiana.isachenko@gmail.com*

Поступила в редакцию 11.10.2021 г.

После доработки 15.03.2022 г.

Принята к публикации 20.04.2022 г.

Цель исследования – разработка подходов к выделению территориальных единиц для пространственной оценки рекреации на различных иерархических уровнях: макрорегиональном, региональном и локальном. В качестве методов оценки территориального развития рекреации использованы: 1) метод рекреационного (туристско-рекреационного) районирования; 2) метод построения туристско-рекреационного каркаса региона (схемы маршрутной рекреации); 3) метод рекреационного зонирования территории на основе ландшафтно-динамического подхода. При пространственной интерпретации рекреации и туризма в качестве базовых территориальных единиц выделены рекреационные страны, провинции, районы. На макро-региональном уровне для Европейской территории России описаны рекреационные провинции, выделенные на базе ландшафтно-административного подхода. На региональном уровне для Санкт-Петербурга и Ленинградской области описаны рекреационные районы, выделенные на базе культурно-ландшафтного подхода. На локальном уровне показан пример рекреационного зонирования с использованием ландшафтно-динамического подхода для оценки рекреационной нарушенности территории в пределах Санкт-Петербургского периферийного рекреационного района.

Ключевые слова: рекреационное (туристско-рекреационное) районирование, ландшафтно-административный подход, культурно-ландшафтный подход, туристско-рекреационный каркас, ландшафтно-динамический подход, Европейская территория России

DOI: 10.31857/S086960712203003X

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня рекреация и туризм выступают одним из ведущих факторов освоения Европейской территории России (ЕТР). Площадной характер рекреационных воздействий, а также зависимость развития рекреации от характеристик вмещающего ландшафта требуют различных подходов при изучении, планировании и проектировании туризма и рекреации. Туризм и рекреация изучаются во времени и пространстве, и, следовательно, необходимо построение сетки территориальных единиц, пригодных для их оценки и анализа. Цель данного исследования – предложить территориальные единицы для пространственной оценки рекреации на различных иерархических уровнях: макрорегиональном, региональном и локальном. В качестве методов оценки предложены: 1) метод рекреационного (туристско-рекреационного) районирования; 2) метод построения туристско-рекреационного каркаса региона (схемы маршрутной рекреации); 3) метод зонирования рекреационных местностей и комплексов на базе

ландшафтно-динамического подхода. Сразу оговорим, что в данной статье слова “рекреационный” и “туристско-рекреационный” (район, комплекс, ресурс и т.д.) используются в качестве синонимов. Также автор не разделяет понятия “рекреационное районирование” и “туристско-рекреационное районирование”.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основного метода оценки территориального развития рекреации на макрорегиональном и региональном уровнях используется хорошо известный метод рекреационного районирования. Рекреационное (туристско-рекреационное) районирование – разделение территории на внутренне однородные части, различающиеся по специфике рекреационного освоения. При рекреационном районировании соблюдаются общегеографические принципы районирования: многоаспектность (комплексность) и иерархичность. Комплексный анализ, включающий оценку как рекреационного потенциала самой территории, так и современного состояния туристско-рекреационной сферы и перспектив ее развития, составляет основу рекреационного районирования. Главными признаками, положенными в его основу являются: 1) уровень рекреационной освоенности территории; 2) структура ее рекреационных функций. В российской практике в качестве единиц рекреационного районирования обычно рассматриваются рекреационные зоны и рекреационные районы различных порядков.

Впервые в СССР рекреационное районирование было осуществлено в 1970-е гг. под руководством В.С. Преображенского. Тогда же были выработаны подходы к рекреационному районированию, учитывающие как физико-географические факторы, так и экономико-географические показатели [4]. Наиболее комплексно методы рекреационного районирования были обобщены в статье В.Б. Нефедовой с соавторами [15]. На схеме, составленной Б.Н. Лихановым и В.С. Преображенским, по степени развитости рекреационных систем и плотности рекреационных предприятий было выделено 4 рекреационные зоны и 19 районов (одна из зон не имела подразделений на районы). Схема построена на основе анализа социально-экономических и природных условий территории [20]. Позже схема районирования была доработана; всего выделялось 5 рекреационных зон и 31 рекреационный район. В 1980-е гг. в период активного развития массового организованного туризма рекреационному районированию уделялось особое внимание. Оно обсуждалось в учебниках [14], статьях и монографиях [5, 2, 13]. Выходили сборники научных работ, целиком посвященные теме рекреационного районирования [17]. Однако, подходы к районированию существенно не изменялись, также как и его востребованность. В Советском Союзе районирование позволяло наиболее эффективно распределять инвестиции в создание территориальных рекреационных систем [16].

После распада СССР и частичного ухода государства из сферы туризма и рекреации интерес к районированию заметно снизился. Однако, в 1996 г. в Российской международной академии туризма была разработана схема туристско-рекреационного районирования России. Эта схема, опирающаяся на разработки 1970–1980-х гг., стала основой для обсуждения подходов к районированию в современных учебниках и учебных пособиях [10, 11, 18]. На схеме выделено 5 туристско-рекреационных зон: Европейский Север, Центр, Европейский Юг, Юг Сибири и Дальнего Востока, Азиатский Север. Туристско-рекреационные зоны выделяются по признаку наличия и освоенности рекреационных ресурсов, степени развитости рекреационных функций территории и перспектив их дальнейшего усиления. В качестве дополнительного признака рассматривается открытость территории (ориентированность на категории потребителей: население всей страны и туристов из зарубежных стран, население смежных регионов или только местное население). Число рекреационных районов в публикациях различных исследователей варьирует в диапазоне 23–26 единиц, однако принципиаль-

ной разницы в их выделении не прослеживается. Для каждого рекреационного района характерен индивидуальный набор предпосылок для развития туризма и рекреации, а также определенный подход к организации туристско-рекреационной деятельности. В качестве дополнительных признаков рассматриваются: структура рекреационных потребностей местного населения, востребованность имеющихся рекреационных ресурсов, уровень развития туристско-рекреационной инфраструктуры, туристско-рекреационная специализация района и т. д. [1]. Поскольку планирование и управление туристско-рекреационной деятельностью сегодня осуществляется на уровне субъектов РФ, за основу современного туристско-рекреационного районирования, как правило, берется сетка административно-территориальных единиц. Соответственно, границы рекреационных районов, совпадающие с административными границами, четко очерчены, а территории районов формируются путем объединения территорий субъектов Российской Федерации.

Туристско-рекреационное районирование вариативно: в зависимости от поставленных задач и выбранных критериев можно составить сколь угодно много его версий. Так, например, Д.В. Максимовым на базе геокультурного подхода разработано туристско-рекреационное районирование, где ключевыми признаками стали религиозные и культурные особенности различных этносов. В пределах РФ им выделено 8 макрорегионов и 28 мезорегиона, критерием выделения которых послужили качественные (историко-культурные особенности населения и освоения территории) и количественные оценки (доля коренного этноса в населении, доля русского населения, интенсивность туристской деятельности) [12]. При всей спорности выбранных критериев, для определенных целей подобное районирование может иметь место.

Важно отметить, что выбор районообразующих признаков зависит не только от целей туристско-рекреационного районирования, но и от размера исследуемой территории.

Задача данного исследования состоит в оценке территориальных проявлений туризма и рекреации в пределах ЕТР. Такая оценка невозможна без дифференциации территории, т.е. районирования. В качестве единиц рекреационного районирования выделены рекреационные провинции и рекреационные районы. Провинции выявляются на основе ландшафтно-административного подхода, рекреационные районы – на основе культурно-ландшафтного подхода.

Работы, описывающие различные подходы к выделению регионов, в том числе для целей туризма и рекреации, занимают важное место в зарубежных исследованиях [21, 23, 25]. Наиболее близки к тематике данной статьи разработки, затрагивающие вопросы соотношения административных и туристских регионов [27] и пространственные аспекты соотношения культуры, туризма и рекреации [22]. При разработке методики для оценки маршрутной рекреации и построения туристско-рекреационного каркаса региона принималось во внимание исследование китайских ученых, предложивших методику, основанную на определении индекса географической концентрации туристских аттракций и источников туристских потоков [26].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В основе предлагаемого рекреационного районирования лежит комплексный анализ, включающий: 1) исторический анализ рекреационного освоения территории; 2) оценку современной пространственной организации рекреации (точечная, линейная, площадная); 3) выявление перспектив рекреационного освоения территории.

Макрорегиональный уровень: выделение рекреационных провинций на основе территориально-ресурсного районирования, учитывающего административно-территориальное деление ЕТР. *Рекреационная (туристско-рекреационная) провинция* – целостная территория, имеющая предпосылки для организации определенных видов рекреа-

ционной деятельности, которые формируют ее рекреационную специализацию. Рекреационная провинция – аналог рекреационного района в классической схеме районирования. Каждая рекреационная провинция имеет определенный характер пространственной организации рекреации, вытекающий из специфики освоения территории. Разработанное рекреационное районирование ЕТР основано на ландшафтно-административном подходе, сущность которого состоит в ландшафтно-географической интерпретации информации, организованной по административно-территориальному принципу. Выделение рекреационных провинций опирается на учение о территориально-ресурсном потенциале, которое предполагает подход к территории как целостному природно-ресурсному комплексу [6]. При подготовке основы для рекреационного районирования был проведен ландшафтный анализ пространственной изменчивости структуры территориальных ресурсов с использованием статистических данных по земельному фонду субъектов РФ (обрабатываемые земли, естественные кормовые угодья, леса, урбанизированные территории), что позволило оценить освоенность территории. Хотя все субъекты РФ чрезвычайно разнообразны по площади, степени разнородности ландшафтной структуры, уровню урбанизации, во многих из них наблюдается преобладание ландшафтов одного зонального типа, что дает предпосылки создания основы для рекреационного районирования по сетке административно-территориального деления. Показатели урбанизированности при этом позволяют опосредованно оценить обеспеченность регионов туристско-рекреационной инфраструктурой. Дополнительный анализ демографических и историко-культурных показателей, а также уровня экономического развития субъектов РФ позволяет учитывать обеспеченность территорий рекреационными ресурсами, включая не только природную, но и историко-культурную и экономическую составляющую территориального потенциала. Использование в качестве базовых единиц территории субъектов РФ облегчает сбор статистических показателей, а также обеспечивает востребованность рекреационного районирования макрорегионального уровня при оценке и планировании территориальной организации рекреации и туризма. В пределах ЕТР нами выделено 22 рекреационных провинции. Количественные показатели, используемые при их выделении, приведены в табл. 1. Характеристики рекреационных провинций можно дополнить целым рядом дополнительных показателей: доля населения, занятого в туристской отрасли, количество туристско-рекреационных учреждений, соотношение различных типов рекреационных комплексов и местностей и т.д. При необходимости возможно объединение провинций в рекреационные страны, аналогичные рекреационным зонам на схемах классического рекреационного районирования. *Рекреационная (туристско-рекреационная) страна* выделяется по признаку освоенности рекреационных ресурсов и степени развитости рекреационных функций территории, определяемой территориальной концентрацией рекреационных комплексов.

Региональный уровень: выделение рекреационных районов на основе культурно-ландшафтного районирования территорий субъектов Российской Федерации. Для анализа пространственного развития рекреации в пределах субъектов РФ целесообразна разработка районирования, для которого базовыми единицами служат рекреационные районы. *Рекреационный (туристско-рекреационный) район* – целостная территория, отличающаяся сочетанием определенных природно-культурных комплексов, в разной степени измененных под воздействием туристско-рекреационной деятельности. При выделении рекреационных районов применяется культурно-ландшафтный подход, позволяющий учесть как природно-культурный потенциал территории (отраженный в культурном ландшафте), так и степень его востребованности в процессе рекреационного освоения. При выделении рекреационных районов предлагается опираться на территории, обладающие природным и историко-культурным единством – культурные ландшафты; соответственно, в качестве базовых могут использоваться карты культурно-ландшафтного районирования [8]. При использовании

Таблица 1. Рекреационные провинции в пределах ЕТР
Table 1. Recreational provinces of the European territory of Russia

Рекреационная провинция	Субъект РФ*	Формула зональности** (по [6])	Обеспеченность территориальными ресурсами, га/чел	Структура земель (%) (по [6])			Степень урбанизации		
				с/х угодья (в том числе заброшенные)	леса	городское население, %	число городов с населением > 100 тыс. чел.	население городов (> 100 тыс. чел.) от общей численности населения, %	
Ненецкая Кольская Карельская Свердловская Печорская Северо- Западная Волго- Сухонская Вятско-Камская	Ненецкий АО	100а	154	0.2	1.1	73	0	0	
	Мурманская обл.	37а 63в	12.6	0.3	55.2	93	1	39	
	Республика Карелия	56в 40г	21.8	1.1	60.1	81	1	45	
	Архангельская обл.	45в 55г	20.2	2.3	65.9	79	2	46	
	Республика Коми	12а 46в 40г	33.0	0.8	81.2	79	1	30	
	Ленинградская обл.	14г 86д	4.5	9.0	46.5	67	0	0	
	Новгородская обл.	52д 48е	7.3	14.1	39.8	72	1	37	
	Псковская обл.	27д 73е	6.5	28.1	19.7	72	1	33	
	Вологодская обл.	42г 58д	10.8	9.7	49.3	73	2	54	
	Костромская обл.	97д 3е	7.4	17.2	56.0	73	1	43	
	Кировская обл.	25г 69д 6е	7.1	28.4	47.5	77	1	40	
	Пермский край	43г 32д 22е	4.9	17.3	53.2	76	2	46	
	Калининградская обл.	100е	1.7	51.5	15.1	77	1	48	
	Московская обл.	87е 13ж	0.3	37.7	32.9	81	21	47	
Верхневолжская	Калужская обл.	85е 15ж	2.8	46.2	22.7	76	2	45	
	Владимирская обл.	100е	1.8	35.2	33.4	79	3	44	
	Ивановская обл.	13д 87е	1.8	36.9	30.2	82	1	40	
	Смоленская обл.	100е	4.3	44.4	18.8	72	1	35	
	Тверская обл.	13д 87е	5.0	28.9	25.2	77	1	33	
	Ярославская обл.	55д 45е	2.5	31.5	23.6	82	2	63	
	Республика Марий Эл	22д 74е 4ж	3.1	33.3	47.4	66	1	40	
	Республика Удмуртия	36д 64е	2.6	44.6	35.2	66	1	43	
	Орловская обл.	60ж 40з	2.8	84.3	5.1	67	1	42	
	Тульская обл.	75ж 25з	1.4	76.5	10.1	75	2	41	
Среднерусская северная	Рязанская обл.	20е 65ж 15з	2.9	63.8	18.5	72	1	48	
	Брянская обл.	39е 61ж	2.4	53.9	21.0	71	1	34	
	Республика Татарстан	17е 62ж 21з	1.9	66.9	15.1	77	4	56	
	Республика Чувашия	12е 88ж	1.4	56.3	29.2	63	2	51	
	Республика Мордовия	78ж 22з	2.7	60.2	20.6	64	1	40	
Приволжская	Нижегородская обл.	33д 15е 47ж	2.0	40.8	38.0	80	3	49	
	Ульяновская обл.	45ж 55з	2.7	59.2	23.5	76	2	60	
	Пензенская обл.	34ж 66з	2.9	70.6	18.3	69	1	39	

Таблица 1. Окончание

Рекреационная провинция	Субъект РФ*	Формула зональности** (по [6])	Обеспеченность территориальными ресурсами, га/чел	Структура земель (%) (по [6])			Степень урбанизации		
				с/х угодья (в том числе заброшенные)	леса	городское население, %	число городов с населением >100 тыс. чел.	население городов (> 100 тыс. чел.) от общей численности населения, %	
Среднерусская южная	Белгородская обл.	79з 21и	2.0	79.2	7.5	67	2	40	
	Липецкая обл.	100з	2.0	80.6	6.0	65	2	54	
Придонская Нижневолжская	Воронежская обл.	54з 46и	2.1	78.2	6.6	68	1	45	
	Тамбовская обл.	100з	2.6	79.1	8.7	62	1	28	
	Ростовская обл.	94и 3л	2.3	84.5	2.1	68	7	52	
	Самарская обл.	2ж 43з 56и	1.6	74.5	9.8	80	4	67	
Заволжская	Саратовская обл.	83и 7л	3.7	84.8	4.3	76	3	52	
	Волгоградская обл.	71и 29л	4.4	76.7	3.3	77	3	58	
	Республика Башкортостан	14ж 54з 19и	3.6	50.2	34.8	62	5	44	
Азово-Кубанская	Республика Башкортостан	92к 8м	1.6	55.1	16.4	54	4	32	
	Краснодарский край	100к	1.8	47.0	23.5	47	1	31	
	Республика Адыгея	100к	3.4	42.0	26.4	43	1	26	
	Республика Карачаево-Черкессия	16и 84к	1.6	54.5	11.0	52	1	28	
Восточно-Предкавказская	Республика Кабардино-Балкария	43и 38к 19л	2.7	75.0	1.3	59	5	34	
	Ставропольский край	56и 44к	1.3	50.9	20.9	64	1	44	
	Республика Северная Осетия	40и 35к 25л	1.1	59.5	17.0	34	1	21	
	Чеченская республика	40и 35к 25л	0.1	61	17.5	54	1	24	
Прикаспийская	Республика Ингушетия	53и 47л	2.8	65.5	7.2	45	4	32	
	Республика Дагестан	100л	4.4	68.4	1.8	67	1	53	
	Астраханская обл.	4к 96л	23.6	78.4	0.2	46	1	38	
Южноуральская	Оренбургская обл.	6з 94и	5.7	86.1	3.6	61	2	41	

Примечания: * Санкт-Петербург и Москва выделены в отдельные рекреационные провинции. ** доля (в %) занимаемая в пределах провинции ландшафтными зонами и подзонами: а – субарктическая (тундра и лесотундра), в – северотаежная, г – среднетаежная, д – южнотаежная, е – подтаежная, ж – широколиственно-лесная, з – лесостепная, и – степная суббореальная, к – степная предсубтропическая, л – полупустынная, м – предсубтропическая субсредиземноморская и влажнолесная.

данного подхода рекреационные комплексы и местности рассматриваются в качестве природно-культурных комплексов. Их пространственная совокупность и функциональная направленность позволяет оценивать современное состояние и прогнозировать развитие рекреационного освоения района.

Признаками, положенными в основу выделения рекреационных районов стали: 1) преобладающий характер рекреационного освоения территории: точечный, линейно-точечный, линейно-площадной, площадной; 2) направленность рекреационного освоения – преобладание рекреационных комплексов и местностей того или иного функционального типа [9]. Соотнесение рекреационного освоения территории (исторического и современного) с культурно-ландшафтным районированием позволяет выделить рекреационные районы. Они не сопрягаются с административно-территориальным делением субъектов РФ, однако дают возможность органам управления административных районов учитывать ландшафтно-рекреационную неоднородность территории при выборе подходов и направлений развития рекреационной деятельности. Также такой подход дает возможность управленцам оценить перспективы сопряженного развития соседних административных районов. Культурно-ландшафтный подход к выделению рекреационных районов и определению их границ основан на следующих положениях: 1) в районировании учитываются природные особенности, которые на разных этапах истории влияли на систему рекреационного освоения территории; 2) в равной мере учитываются особенности рекреационного использования территории, обусловленные не природными условиями, а совокупностью других факторов (экономико-географическим положением, ростом городов и расширением зон их влияния и т.п.); 3) рекреационное районирование отражает в равной степени результаты целенаправленной рекреационной деятельности и стихийных процессов (развития самоорганизованной и стихийной рекреации); 4) пространственная полимасштабность процессов рекреационного освоения территории обуславливает полимасштабность выделяемых рекреационных районов; 5) рекреационное районирование опирается в первую очередь на материальные признаки рекреационного освоения территории – как унаследованные, так и современные; 6) особенности нематериальной культуры, влияющие на направленность рекреационного освоения территории (традиции коренного населения, препятствующие развитию рекреации и пр.), могут быть использованы в качестве индикаторных признаков при районировании; 7) в качестве дополнительных признаков при районировании используются так называемые ассоциативные культурные ландшафты (места, связанные с памятью выдающихся людей, исторических битв, отраженные в киноискусстве и изобразительном искусстве и т. п.) [3], которые могут стать катализаторами рекреационного освоения территории; 8) поскольку в современный период урбанизация и комплементарная ей рекреация для ряда территорий становятся ведущими факторами освоения пространства, крупнейшие города, а также зоны их прямого влияния целесообразно рассматривать как отдельные рекреационные районы; 9) поскольку границы культурно-ландшафтных районов, служащих основой рекреационного районирования, имеют разное происхождение (природное, этническое, политическое, социально-экономическое и др.), в рекреационном районировании регионального уровня при проведении границ используется метод “плавающих признаков” [19]. Для оценки пространственных процессов, связанных с развитием туризма и рекреации, особенно важен тот факт, что за критерий проведения границы в зависимости от специфики района избираются различные признаки. На рис. 1 приведена схема туристско-рекреационного районирования Санкт-Петербурга и Ленинградской области (ЛО), выполненная на культурно-ландшафтной основе (табл. 2).

Несмотря на то, что Санкт-Петербург и ЛО относятся к разным рекреационным провинциям (см. табл. 1), на схеме рекреационного районирования регионального уровня в качестве рекреационного района выделяется трансграничный Санкт-Петер-

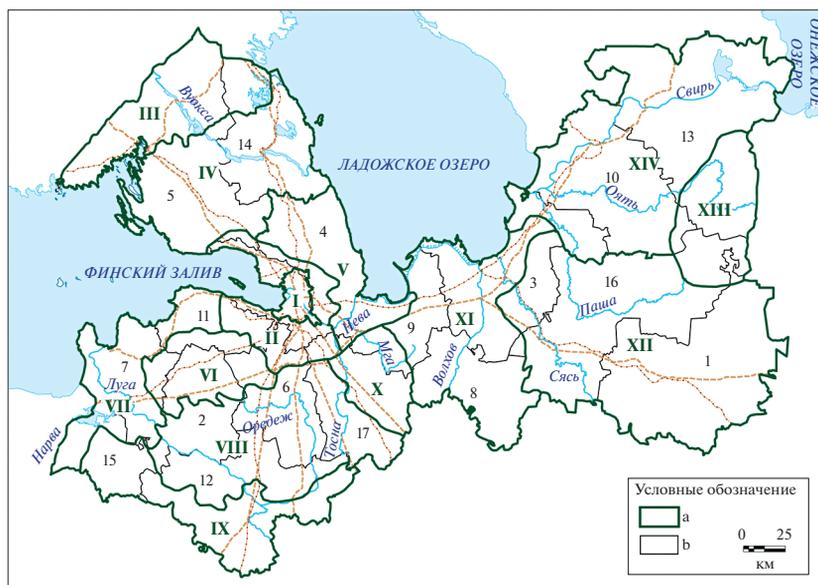


Рис. 1. Туристско-рекреационное районирование Санкт-Петербурга и Ленинградской области (составлено по [8]). *Условные обозначения:* а – границы рекреационных районов (обозначены римскими цифрами, см. табл. 2); б – границы административных районов Ленинградской обл.: 1 – Бокситогорский, 2 – Волосовский, 3 – Волховский, 4 – Всеволожский, 5 – Выборгский, 6 – Гатчинский, 7 – Кингисеппский, 8 – Киришский, 9 – Кировский, 10 – Лодейнопольский, 11 – Ломоносовский, 12 – Лужский, 13 – Подпорожский, 14 – Приозерский, 15 – Сланцевский, 16 – Тихвинский, 17 – Тосненский.

Fig. 1. The tourist-recreational zoning of Saint-Petersburg and the Leningrad region (compiled according to [8]). *Legend:* a – boundaries of recreational areas (designated by Roman numerals, see table 2); b – the boundaries of the administrative districts of the Leningrad region.

бургский периферийный район, одна часть территории которого административно относится к Санкт-Петербургу, другая – к ЛО (Выборгский, Всеволожский, Ломоносовский, Волосовский, Тосненский и Кировский районы). Это ближайшая зона отдыха петербуржцев – “легкие” города. Территория обладает сходными тенденциями развития туристско-рекреационного освоения.

Отдельной задачей при оценке территориального развития рекреации на региональном уровне становится изучение маршрутной рекреации. При этом применяется метод построения туристско-рекреационного каркаса региона. Узловыми элементами туристско-рекреационного каркаса служат элементы региональной туристско-рекреационной сети: туристско-рекреационные зоны (местности), маршрутно-опорные центры регионального значения, маршрутно-опорные центры местного значения, маршрутно-опорные точки, маршрутно-транзитные точки. Особо отмечаются те маршрутно-опорные точки, которые в перспективе (в результате развития инфраструктуры размещения и обслуживания) могут трансформироваться в маршрутно-опорные центры местного значения.

Маршрутно-опорный центр регионального значения – населенный пункт, где концентрируются и откуда распределяются основные потоки туристов (экскурсантов). Непотъемлемым признаком туристско-рекреационного центра служит наличие и концентрация объектов культурного наследия и иных достопримечательностей. Каждый ту-

Таблица 2. Рекреационные районы Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Table 2. Recreational areas of Saint-Petersburg and the Leningrad region

Номер на карте (рис. 1)	Название района	Основные признаки выделения	Преобладающий характер рекреационного освоения	Преобладающие функциональные типы рекреационных комплексов	Примечания
<i>Рекреационные районы Санкт-Петербурга</i>					
I	Санкт-Петербургский центральный	Граница района в целом совпадает с границей Санкт-Петербурга до 1997 г. (исключая Красное Село)	Площадной	Туристско-рекреационные	Особенности освоения связаны со спецификой развития рекреационного туризма в крупном городе
<i>Трансграничные рекреационные районы, относящиеся к Санкт-Петербургу и Ленинградской области</i>					
II	Санкт-Петербургский периферийный	Граница района выделяется по плотности застройки: разреженная городская застройка, большая концентрация садоводств и коттеджных поселков	Площадной	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные	При сохранении туристско-рекреационной функции идет усиление селитебной функции территории
<i>Рекреационные районы Ленинградской области</i>					
III	Выборгский	Границы района соотносятся с государственной (Финляндия), административной (Республика Карелия) границами и с природной границей Балтийского кристаллического щита	Линейно-точечный	Туристско-рекреационные, природоохранные	Доминирует природно-ориентированная рекреация; на базе богатого культурного наследия развивается историко-культурный и ностальгический (граждане Финляндии) туризм
IV	Вуоксинский	Границы района соотносятся с природной границей Балтийского кристаллического щита и исторической границей Великого княжества Финляндского	Линейно-точечный	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные, природоохранные	Доминирует природно-ориентированная и селитебная рекреация, имеет место ностальгический туризм
V	Невско-Приладожский	Границы района очерчивают зону влияния Санкт-Петербурга (значительная концентрация садоводств и коттеджных поселков)	Линейно-площадной	Селитебно-рекреационные	В рекреационных комплексах доминирует селитебная функция
VI	Ижорский	Границы района соотносятся с природными границами Ижорского плато – самой распаханной территории ЛО	Точечный	Селитебно-рекреационные	В селитебно-рекреационных комплексах значительное место занимает сельскохозяйственная функция

Таблица 2. Продолжение

Номер на карте (рис. 1)	Название района	Основные признаки выделения	Преобладающий характер рекреационного освоения	Преобладающие функциональные типы рекреационных комплексов	Примечания
VII	Прибалтийско-Нарвский	Границы района соотносятся с государственной границей (Эстония) и очерчивают территорию, тяготеющую к южному побережью Финского залива	Линейно-точечный	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные	Трансграничное положение и богатое культурное наследие определяют доминирование историко-культурного туризма
VIII	Лужско-Оредежский	Границы района соотносятся с природными границами территории, где преобладают заболоченные равнины и торфяники	Линейно-площадной	Селитебно-рекреационные	Площадной характер рекреационного освоения обеспечивается самыми обширными по площади в ЛО садоводческими комплексами
IX	Лужский	Границы района соотносятся с природными ландшафтными границами, очерчивая территорию, имевшую в XIX–XX вв., наряду с сельскохозяйственной, приоритетную рекреационную функцию	Линейно-точечный	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные, природоохранные, рекреационные	Рекреационная функция доминирует в освоении региона: преобладает селитебная и природно-ориентированная рекреация; на базе богатого культурного наследия развивается историко-культурный и паломнический туризм
X	Тосненский	Границы района очерчивают территорию, сложившуюся в зоне влияния транспортного коридора, соединившего Москву и Санкт-Петербург	Линейный	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные	Трасса Москва-Петербург определяет туристско-рекреационное развитие территории
XI	Приладожско-Волховский	Границы района очерчивают историческую транзитную территорию (трасса древнего пути “из варяг в греки”), сохранившую транзитную функцию благодаря Ладожским каналам и реке Волхов	Линейный, намечается линейно-площадной	Туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные	Рекреационное освоение связано с формированием рекреационных комплексов на реке Волхов и Ладожских каналах; на базе богатого культурного наследия развивается историко-культурный и круизный туризм; формируется туристско-рекреационный кластер (Старая Ладога)

Таблица 2. Окончание

Номер на карте (рис. 1)	Название района	Основные признаки выделения	Преобладающий характер рекреационного освоения	Преобладающие функциональные типы рекреационных комплексов	Примечания
XII	Тихвинский	Границы района соотносятся с территорией, центром развития которой исторически стал крупный сакральный центр, а осью развития – Тихвинская водная система	Точечный	Туристско-рекреационные, природоохранные, рекреационные	Доминирует природно-ориентированная рекреация; на базе богатого культурного, в том числе сакрального, наследия; развивается историко-культурный и паломнический туризм
XIII	Вепсовский	Территория района соотносится с регионом компактного проживания вепсов	Площадной	Туристско-рекреационные, природоохранные, рекреационные	Доминирует природно-ориентированный и этнический туризм на базе природного парка “Вепский лес”
XIV	Присвирский	Границы района очерчивают транзитную территорию, осью развития которой служит река Свирь	Линейный	Туристско-рекреационные, природоохранные, рекреационные	Доминирует природно-ориентированная рекреация; формирование туристско-рекреационных комплексов на берегах реки Свирь обеспечивает круизный, историко-культурный и паломнический туризм

ристско-рекреационный центр в достаточном количестве обеспечен средствами размещения туристов и объектами их обслуживания.

Маршрутно-опорный центр местного значения – населенный пункт, где располагаются немногочисленные достопримечательности и отдельные объекты природного и культурного наследия, а также средства размещения и объекты обслуживания в количестве, достаточном для приема малых групп и индивидуальных туристов.

Маршрутно-опорные точки относятся к локальным местам притяжения туристов и рекреантов, учитываются при построении туристских и экскурсионных маршрутов, но они крайне слабо обеспечены инфраструктурой размещения и обслуживания. Как правило, маршрутно-опорные точки соотносятся с небольшими населенными пунктами, в которых имеется один или несколько значимых объектов культурного наследия, места паломничества.

Маршрутно-транзитные точки соотносятся с отдельными объектами размещения и обслуживания туристов и рекреантов, приуроченными к сложившимся туристским маршрутам в силу выгодного транспортного положения. Они могут располагаться как в населенных пунктах, так и за их пределами.

В качестве примера построения туристско-рекреационного каркаса рассмотрим схему маршрутной рекреации для территории Архангельской области (рис. 2). Исходя из предложенной классификации в Архангельской области выделен один маршрутно-опорный центр регионального значения – город Архангельск; семь маршрутно-опор-

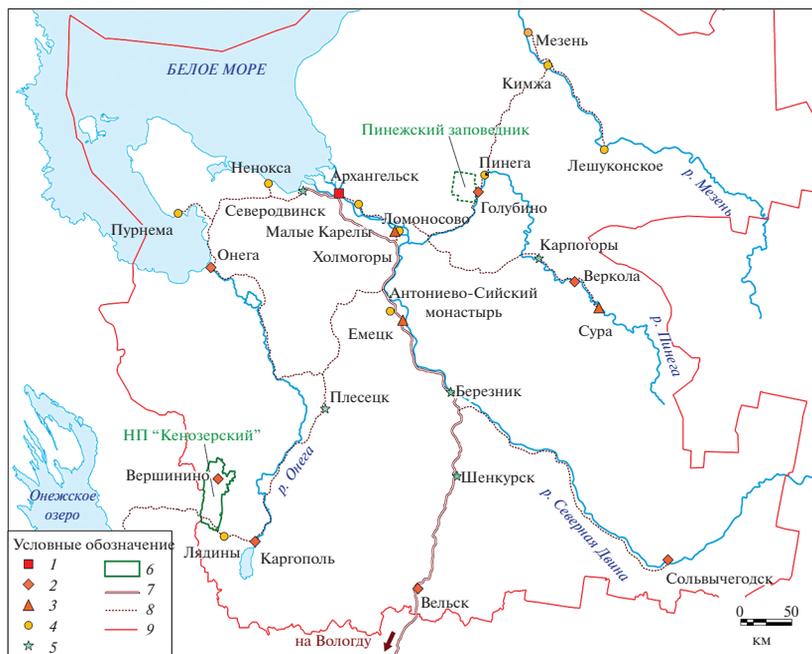


Рис. 2. Туристско-рекреационный каркас Архангельской области. *Условные знаки:* 1 – маршрутно-опорный центр регионального значения; 2 – маршрутно-опорный центр местного значения; 3 – маршрутно-опорная точка с перспективой трансформации в маршрутно-опорный центр местного значения; 4 – маршрутно-опорная точка; 5 – маршрутно-транзитная точка; 6 – туристско-рекреационная зона (местность); 7 – федеральная трасса М-8; 8 – прочие дороги; 9 – граница Архангельской области.

Fig. 2. The tourist-recreational framework of the Arkhangelsk region. *Legend:* 1 – route-support center of regional significance; 2 – route-support center of local importance; 3 – route-support point with the prospect of transformation into a route-support center of local importance; 4 – route-support point; 5 – route-transit point; 6 – tourist-rec-recreational zone (locality); 7 – federal highway M-8; 8 – other roads; 9 – the border of the Arkhangelsk region.

ных центров местного значения: Вельск, Голубино, Веркола, Онега, Вершинино, Каргополь, Сольвычегодск; три перспективных маршрутно-опорных точки, которые имеют тенденцию трансформации в маршрутно-опорные центры: Емецк, Холмогоры, Сура; десять маршрутно-опорных точек: Антониево-Сийский монастырь, Ломоносово, Пинега, Кимжа, Мезень, Лешуконское, Малые Карелы, Ненокса, Пурнема, Лядины и пять маршрутно-транзитных точек: Шенкурск, Березник, Карпогоры, Северодвинск, Плесецк.

Региональная туристско-рекреационная сеть Архангельской области помимо опорных центров и точек включает одну обширную туристско-рекреационную зону (местность) – национальный парк (НП) “Кенозерский”. Под *туристско-рекреационной зоной (местностью)* понимается существующая вне границ крупных населенных пунктов территория активного и разнообразного рекреационного освоения (включает различные функциональные типы рекреационных комплексов), обладающая однородным рекреационным потенциалом и сходными тенденциями развития туризма и рекреации.

Анализ маршрутной рекреации позволяет оценить уровень пространственного развития туризма и рекреации в регионе. В Архангельской области в целом региональная

туристско-рекреационная сеть развита слабо. Основная проблема (помимо качества дорожной сети) связана с тем, что территория не обеспечена равномерной сетью маршрутно-опорных центров местного значения. Особенно негативно это сказывается на развитии туризма и рекреации в “провинциальном” Мезенском и “пристоличном” Холмогорском административных районах. Мезенский район, не имеющий маршрутно-опорного центра, слабо встроен в региональную туристско-рекреационную сеть, несмотря на обеспеченность территории как природными, так и историко-культурными ресурсами, крайнюю заинтересованность администрации района и существование значительного числа маршрутно-опорных точек. Такое положение дел во многом объясняется крайне плохим качеством дорог (так, до деревни Кильцы, вошедшей в проект “Самые красивые деревни России” и претендующей на развитие туризма и рекреации, можно добраться только пешком – 12 км, или на лодке). В данном случае эта проблема не может быть решена на уровне местной администрации.

Отсутствие маршрутно-опорного центра в Холмогорском районе, при выгодном его транспортном расположении, значительно уменьшает его туристско-рекреационное значение. Холмогоры, благодаря своей роли в истории и культуре России, могли бы стать маршрутно-опорным центром регионального значения, будучи местом пересечения большей части туристских маршрутов, проходящих по территории Архангельской области. Однако сегодня в районе нет даже опорно-маршрутного центра местного значения. Это невозможно объяснить состоянием дорожно-транспортной сети: Холмогорский район пересекает федеральная трасса, которая проходит рядом с его центром – селом Холмогоры. Здесь “негативной” составляющей служит близость района к областному центру – Архангельску, который “оттягивает” на себя инфраструктурное обеспечение туризма и рекреации. Представляется, что при условии трансформации сел Холмогоры и Емецк в опорно-маршрутные центры станет реальностью формирование перспективного туристско-рекреационного кластера “Холмогоры – Ломоносово – Емецк”.

Национальный парк “Кенозерский” (создан в 1991 г.) – одна из наиболее успешно развивающихся природно-рекреационных территорий России – служит сегодня единственной полноценной туристско-рекреационной зоной Архангельской области. Хорошо продуманное функциональное зонирование парка позволяет сочетать природоохранные и рекреационные задачи. Деревня Вершинино, где расположен один из визит-центров парка, выполняет функции маршрутно-опорного центра, включаясь в развитие маршрутной рекреации в Архангельской области. В отличие от НП “Кенозерский”, созданный в 1995 г. НП “Онежское Поморье” слабо встроено в развитие рекреации и туризма и в туристско-рекреационном каркасе региона никакой роли не играет.

Локальный уровень: пространственная оценка рекреационных местностей (зон) и комплексов. В пределах рекреационных районов выделяют рекреационные местности и рекреационные комплексы, которые образуют дискретную сеть, и, соответственно, не могут рассматриваться в качестве единиц районирования; их выделение относится уже к проблеме зонирования территорий.

Рекреационный (туристско-рекреационный) комплекс – территория, измененная в процессе организации отдыха или под воздействием определенной группы рекреантов. Рекреационный комплекс включает: 1) сопряженный ряд природных и природно-антропогенных комплексов, измененных в ходе рекреационной деятельности; 2) артефакты (объекты культурного наследия, а также постройки, коммуникации и т.д.), связанные как с освоением территории в целом, так и с организацией отдыха; 3) информационный слой, способствующий привлечению рекреантов.

Рекреационная (туристско-рекреационная) местность (зона) включает в себя различные типы рекреационных комплексов, но обладает однородным рекреационным потенциалом и сходными тенденциями развития территориальной организации рекреации и ту-

ризма. По функциональным признакам рекреационные комплексы объединяются в три группы: туристско-рекреационные, селитебно-рекреационные, природоохранно-рекреационные [9]. Для изучения пространственной организации рекреации на локальном уровне применяется ландшафтно-динамический подход [7], который базируется на концепции динамики ландшафтов, адаптированной для изучения рекреационных комплексов и местностей. Суть подхода заключается в следующем:

1. В каждом территориальном рекреационном комплексе можно выделить устойчивую составляющую, или местоположение, и динамичную составляющую, включающую набор состояний различной длительности.

2. Местоположение определяется формой рельефа, составом верхнего слоя почвообразующих (подстилающих) пород и режимом увлажнения: например, холмистые равнины на песках, хорошо дренированные. Коренные изменения свойств местоположений или их уничтожение технически сложно, требует финансовых затрат и осуществляется на небольших территориях. В рекреационных территориальных комплексах к показателям местоположений может относиться и капитальная застройка.

3. Состояния территориальных рекреационных комплексов, характеризующиеся в основном растительностью, а также включающие объекты, созданные человеком, изменяются значительно быстрее, чем местоположения. В качестве состояний могут быть описаны, например, стадии дигрессии рекреационных комплексов.

Основное преимущество ландшафтно-динамического подхода при изучении пространственной организации рекреации заключается в возможности картографического представления (моделирования) для любой территории относительно стабильного каркаса местоположений, не изменяемого при наиболее типичных рекреационных воздействиях. Карта местоположений представляет собой “базовый слой” для серии “рекреационных” карт, создаваемых на ее основе. Сопоставление разновременных “рекреационных” карт дает возможность составить карты процессов, отражающих динамику пространственной организации рекреации. Изучение динамики пространственной организации рекреации на локальном уровне с применением ландшафтно-динамического подхода было опробовано на тестовом полигоне в пределах рекреационной территории “Озеро Щучье” (Санкт-Петербург), которая в 2011 г. получила статус государственного природного заказника. На рис. 3 и в табл. 3 представлена итоговая карта, отражающая изменение рекреационной нарушенности природоохранно-рекреационного комплекса “Побережье Щучьего озера” за 11 лет (с 2008 по 2019 г.) [24]. Использование ландшафтно-динамического подхода дает возможность контролировать состояние территориальных рекреационных комплексов и оценивать возможные сценарии их пространственно-временного развития.

ВЫВОДЫ

При оценке пространственного развития рекреации и туризма предлагается в качестве базовых единиц: 1) на макрорегиональном уровне использовать рекреационные страны и провинции, выделенные на основе ландшафтно-административного подхода; 2) на региональном уровне – рекреационные районы, выделенные на базе культурно-ландшафтного подхода; 3) на локальном уровне – рекреационные комплексы и местности (зоны), изучение которых выстраивается на основе ландшафтно-динамического подхода (табл. 4).

Использование территорий субъектов РФ при выделении рекреационных провинций дает возможность обосновать совместные разработки по развитию рекреации и туризма, планированию и проектированию сетей туристской инфраструктуры для сопредельных субъектов РФ.

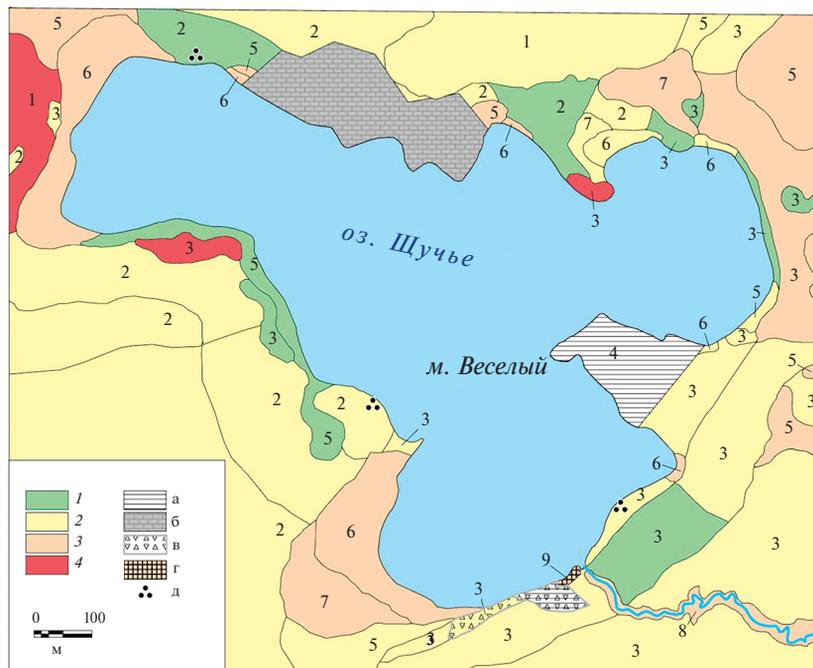


Рис. 3. Изменение рекреационной нарушенности территории природоохранный-рекреационного комплекса “Побережье Щучьего озера”, 2008–2019 г. (по [24]). *Условные обозначения:* изменение рекреационной нарушенности (разность показателей 2008 и 2019 гг.): 1 – значительное уменьшение, 2 – уменьшение, 3 – стабилизация, 4 – увеличение; а – нет данных; б – закрытая база отдыха; в – обустроенная для отдыха территория; г – пляж; д – формирование пляжа в результате деградации напочвенного покрова. Номерами на карте обозначены типы ландшафтных местоположений (табл. 3).

Fig. 3. Change in the recreational disturbance of the territory of the nature conservation and recreational complex “Lake Shchuchye Coast”, 2008–2019 (according to [24]). *Legend:* change in recreational disturbance: 1 – significant decrease, 2 – decrease, 3 – stabilization, 4 – increase; а – no data; б – closed recreation center; в – territory equipped for recreation; г – beach; д – the formation of the beach as a result of degradation of the ground cover. The types of landscape sites are designated by numbers (see table 3).

Построение схем маршрутной рекреации позволяет дать оценку предпосылок для развития туризма и рекреации в регионе, обосновать рекомендации по расширению инфраструктурных сетей.

Использование сетки культурно-ландшафтного районирования при выделении рекреационных районов служит основой для оценки степени неоднородности административных районов, позволяет выработать дифференцированный подход к пространственному развитию туризма и рекреации в административном районе, а также может стать базой для создания совместных программ, реализуемых управленцами различных административных районов субъекта РФ.

Рекреационное зонирование территории, выполненное на базе ландшафтно-динамического подхода, позволяет разработать серию актуальных и прогнозных карт для рекреационных местностей (зон) и комплексов по дифференцированной оценке рекреационных нагрузок и рекреационной нарушенности территории.

Исследования, положенные в основу настоящей статьи, выполнены при поддержке гранта РФФИ № 19-05-00088.

Таблица 3. Типы ландшафтных местоположений на территории природоохранно-рекреационного комплекса “Побережье Щучьего озера” (Санкт-Петербург)**Table 3.** The types of landscape sites on the territory of the nature conservation and recreational complex “Lake Shchuchye Coast” (Saint-Petersburg)

Номер на карте	Типы ландшафтных местоположений
1	Холмы и гряды, сложенные безвалунными песками (камы) с преобладанием средне-крутых и крутых (5–20°) склонов; господствуют сосновые леса
2	Холмы и гряды, сложенные безвалунными песками (камы) с преобладанием пологих (до 5°) склонов; господствуют сосновые леса
3	Волнистые равнины на безвалунных песках, естественно дренированные; преобладают сосновые и еловые леса
4	Волнистые равнины на безвалунных песках, окультуренные в прошлом; преобладают березовые леса
5	Слабоволнистые и плоские е равнины на безвалунных песках и супесях с маломощным торфом, переувлажненные; преобладают ельники
6	Торфяники, в том числе сплавины по берегам озер (мощность торфа более 0.5 м)
7	Торфяники, осушаемые и осушенные в прошлом (мощность торфа более 0.5 м); преобладают ельники
8	Неглубокие (до 5 м) долины ручьев с преимущественно заторфовой поймой
9	Песчаные пляжи (в т.ч. с насыпным грунтом)

Таблица 4. Соотношение территориальных единиц организации рекреации и туризма на макро-региональном, региональном и локальном уровнях**Table 4.** The ratio of territorial units of the organization of recreation and tourism at the macro-regional, regional and local levels

Территориальный уровень	Территориальные единицы	Определение или признаки выделения
Макрорегиональный уровень	<i>Единицы районирования, выделенные на основе ландшафтно-административного подхода</i>	
	Рекреационная страна	объединение рекреационных провинций по признаку освоенности рекреационных ресурсов и степени развитости рекреационных функций территории, определяемой территориальной концентрацией рекреационных комплексов и местностей
Региональный уровень	Рекреационная провинция	– определенный зональный ряд – сходная освоенность региона – наличие потребителей рекреационных услуг – наличие предпосылок для создания определенных функциональных типов рекреационных комплексов
	<i>Единицы районирования, выделенные на основе культурно-ландшафтного подхода</i>	
Локальный уровень	Рекреационный район	– рекреационная специализация: преобладание рекреационных комплексов и местностей того или иного функционального типа – преобладающий характер рекреационного освоения территории, предопределенный свойствами культурного ландшафта
	<i>Дискретные единицы, выделенные при зонировании территории на основе ландшафтно-динамического подхода</i>	
Локальный уровень	Рекреационная местность (зона)	– однородный рекреационный потенциал – совокупность рекреационных комплексов, имеющих сходные тенденции развития
	Рекреационный комплекс	территория, измененная в процессе организации отдыха или под воздействием определенной группы рекреантов, в соответствии с их представлениями об отдыхе

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова А.Ю.* Международный туризм. М.: Аспект Пресс, 2002. 470 с.
2. *Веденин Ю.А.* Динамика территориальных рекреационных систем. М.: Наука, 1982. 190 с.
3. *Веденин Ю.А., Кулешова М.Е.* Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия // Известия АН. Серия геогр. 2001. № 1. С. 7–14.
4. Географические проблемы организации отдыха и туризма. М.: Наука, 1969. 128 с.
5. География рекреационных систем СССР /Под ред. В.С. Преображенского, В.М. Кривошева. М.: Наука, 1980. 219 с.
6. *Исаченко А.Г.* Ландшафтная структура Земли, расселение, природопользование. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. 320 с.
7. *Исаченко Г.А.* Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. СПб.: Из-во С.-Петербургского ун-та, 1999. 112 с.
8. *Исаченко Г.А., Исаченко Т.Е.* Подходы к культурно-ландшафтному районированию // Изв. Русск. геогр. о-ва. 2016. Т. 148. вып. 6. С. 1–17.
9. *Исаченко Т.Е., Косарев А.В.* Рекреационное природопользование: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2019. 268 с.
10. *Косолапов А.Б.* География российского внутреннего туризма: учебное пособие. М.: КНО-РУС, 2009. 272 с.
11. *Кружалин В.И., Мироненко Н.С., Зигерн-Корн Н.В., Шабалина Н.В.* География туризма: учебник. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 336 с.
12. *Максимов Д.В.* О туристском районировании территории России // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 1. С. 76–85.
13. *Мироненко Н.С., Пирожник И.И., Твердохлебов И.Т.* Теоретические основы рекреационного районирования // Теоретические проблемы рекреационной географии / под ред. Ю.А. Веденина, И.В. Зорина. М., 1989. С. 80–90.
14. *Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т.* Рекреационная география М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 207 с.
15. *Нефедова В.Б., Смирнова Е.Д., Упит И.А., Швидченко Л.Г.* Методы рекреационного районирования // Вопросы географии. Сб. 93. География и туризм. М.: Мысль, 1973. С. 51–61.
16. *Николаенко Д.В.* Рекреационная география: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. 288 с.
17. Районирование для целей организации отдыха и туризма / под ред. Ю.С. Путрика, В.В. Свешникова. М.: МФ ГО СССР, 1986. 139 с.
18. *Севастьянова С.А.* Эколого-экономическая оценка рекреационных ресурсов: учебное пособие. СПб.: СПбГИЭУ, 2008. 190 с.
19. *Смирнягин Л.В.* Районы США: портрет современной Америки. М.: Мысль, 1989. 379 с.
20. Теоретические основы рекреационной географии. М.: Наука, 1975. 223 с.
21. *Assuncao R.M., Neves M.C., Camara G., Da Costa Freitas C.* Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees// International Journal of Geographical Information Science. 2006. 20. P. 797–811. <https://doi.org/10.1080/13658810600665111>
22. *Escadafal A.* Attractivité des destinations touristiques: quelles stratégies d'organisation territoriale en France? Téoros. 2007. 26–2. P. 27–32.
23. *Gilbert A.* The new regional geography in English and French-speaking countries// Progress in Human Geography. 1988. 12. P. 208–228.
24. *Isachenko T.E., Isachenko G. A., Bocharnikova M. V., Ozerova S.D.* Mapping and monitoring recreational disturbance of the territory for the recreational nature management //IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 381 (2019). 012036.
25. *Paasi A.* Place and region: regional worlds and words// Progress in Human Geography. 2002. 26. P. 802–811. <https://doi.org/10.1191/0309132502ph404pr>
26. *Qiushi Gu, Haiping Zhang, Min Chen, Chongcheng Chen.* Regionalization Analysis and Mapping for the Source and Sink of Tourist Flows // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2019. 8. P. 314. <https://doi.org/10.3390/ijgi8070314>
27. *Smith S.* A sense of place: Place, culture and tourism// Tourism Recreation Research. 2015. 40 (2). P. 220–233. <https://doi.org/10.1080/02508281.2015.1049814>

Approaches to Assessing the Spatial Organization of Recreation and Tourism at Various Territorial Levels

T. E. Isachenko*

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

**E-mail: tatiana.isachenko@gmail.com*

The purpose of this study is to develop approaches to the allocation of territorial units for the analysis of recreation and tourism at various territorial levels: macro-regional, regional and local. Various methods to assess the spatial development of recreation and tourism have been proposed: 1) recreational (tourist-recreational) regionalization; 2) construction of the tourist and recreational framework of the region (route recreation schemes); 3) recreational zoning of the territory. Recreational countries, provinces and areas are considered as basic territorial units. At the macro-regional level, for the European territory of Russia, recreational provinces are described. They have been identified on the basis of the landscape-administrative approach. At the regional level, for St. Petersburg and the Leningrad region, recreational areas are described. They have been identified on the basis of the cultural-landscape approach. At the local level, recreational zoning on the basis of the landscape-dynamic approach is presented on the example of recreational complexes disturbance evaluation in the St. Petersburg recreational area.

Keywords: recreational (tourist-recreational) regionalization, landscape-administrative approach, cultural-landscape approach, tourist-recreational framework, landscape-dynamic approach, European territory of Russia

REFERENCES

1. Aleksandrova A.Yu. *Mezhdunarodnyj turizm*. M.: Aspekt Press, 2002. 470 s.
2. Vedenin Yu.A. *Dinamika territorial'nyh rekreacionnyh sistem*. M.: Nauka, 1982. 190 s.
3. Vedenin Yu.A., Kuleshova M.E. *Kul'turnyj landshaft kak ob'ekt kul'turnogo i prirodnoogo naslediya // Izvestiya AN. Seriya geogr.* 2001. № 1. S. 7–14.
4. *Geograficheskie problemy organizacii otdyha i turizma*. M.: Nauka, 1969. 128 s.
5. *Geografiya rekreacionnyh sistem SSSR /Pod red. V.S. Preobrazhenskogo, V.M. Krivosheeva*. M.: Nauka, 1980. 219 s.
6. Isachenko A.G. *Landshaftnaya struktura Zemli, rasselenie, prirodopol'zovanie*. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2008. 320 s.
7. Isachenko G.A. *Metody polevyh landshaftnyh issledovanij i landshaftno-ekologicheskoe kartografirovanie*. SPb.: Iz-vo S.-Peterburgskogo un-ta, 1999. 112 s.
8. Isachenko G.A., Isachenko T.E. *Podhody k kul'turno-landshaftnomu rajonirovaniyu //Izv. Russk. geogr. o-va*. 2016. T. 148, vyp. 6. S. 1–17.
9. Isachenko T.E., Kosarev A.V. *Rekreacionnoe prirodopol'zovanie: uchebnik dlya vuzov*. M.: Yurajt, 2019. 268 s.
10. Kosolapov A.B. *Geografiya rossijskogo vnutrennego turizma: uchebnoe posobie*. M.: KNORUS, 2009. 272 s.
11. Kruzhalin V.I., Mironenko N.S., Zigern-Korn N.V., Shabalina N.V. *Geografiya turizma: uchebnik*. M.: Federal'noe agentstvo po turizmu, 2014. 336 s.
12. Maksimov D.V. *O turistskom rajonirovanii territorii Rossii //Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki*. 2019. № 1. S. 76–85.
13. Mironenko N.S., Pirozhnik I.I., Tverdohlebov I.T. *Teoreticheskie osnovy rekreacionnogo rajonirovaniya //Teoreticheskie problemy rekreacionnoj geografii / pod red. Yu.A. Vedenina, I.V. Zorina*. M., 1989. S. 80–90.
14. Mironenko N.S., Tverdohlebov I.T. *Rekreacionnaya geografiya*. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1981. 207 s.
15. Nefedova V.B., Smirnova E.D., Upit I.A., Shvidchenko L.G. *Metody rekreacionnogo rajonirovaniya // Voprosy geografii. Sb. 93. Geografiya i turizm*. M.: Mysl', 1973. S. 51–61.
16. Nikolaenko D.V. *Rekreacionnaya geografiya: ucheb. posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij*. M.: Gumanit. izd. centr VLADOS, 2003. 288 s.
17. *Rajonirovanie dlya celej organizacii otdyha i turizma / pod red. Yu.S. Putrika, V.V. Sveshnikova*. M.: MF GO SSSR, 1986. 139 s.
18. Sevast'yanova S.A. *Ekologo-ekonomicheskaya ocenka rekreacionnyh resursov: uchebnoe posobie*. SPb.: SPbGIEU, 2008. 190 s.

19. Smirnyagin L.V. *Rajony SShA: portret sovremennoj Ameriki*. M.: Mysl', 1989. 379 s.
20. *Teoreticheskie osnovy rekreacionnoj geografii*. M.: Nauka, 1975. 223 s.
21. Assuncao R.M., Neves M.C., Camara G., Da Costa Freitas C. Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees// *International Journal of Geographical Information Science*. 2006. 20. P. 797–811. <https://doi.org/10.1080/13658810600665111>
22. Escadafal A. Attractivité des destinations touristiques: quelles stratégies d'organisation territoriale en France? *Téoros*. 2007. 26–2. P. 27–32.
23. Gilbert A. The new regional geography in English and French-speaking countries// *Progress in Human Geography*. 1988. 12. R. 208–228.
24. Isachenko T.E., Isachenko G.A., Bocharnikova M.V., Ozerova S.D. Mapping and monitoring recreational disturbance of the territory for the recreational nature management // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 381 (2019). 012036.
25. Paasi A. Place and region: regional worlds and words// *Progress in Human Geography*. 2002. 26. P. 802–811. <https://doi.org/10.1191/0309132502ph404pr>
26. Qiusi Gu, Haiping Zhang, Min Chen, Chongcheng Chen. Regionalization Analysis and Mapping for the Source and Sink of Tourist Flows // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2019. 8. P. 314. <https://doi.org/10.3390/ijgi8070314>
27. Smith S. A sense of place: Place, culture and tourism// *Tourism Recreation Research*. 2015. 40 (2). P. 220–233. <https://doi.org/10.1080/02508281.2015.1049814>

ЭВОЛЮЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА “ТУНКИНСКИЙ”

© 2022 г. Д. Г. Будаева^а, *, Л. Б-Ж. Максанова^а, **, В. Д. Шаралдаева^б, ***

^аБайкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

^бВосточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

*E-mail: budaevadarima@yandex.ru

**E-mail: lmaksanova@yandex.ru

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

Поступила в редакцию 26.01.2022 г.

После доработки 05.05.2022 г.

Принята к публикации 26.05.2022 г.

Функциональное зонирование как специальный инструмент управления особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) имеет ключевое значение в сохранении биоразнообразия и обеспечении устойчивого развития территории. Однако противоречивое и непоследовательное зонирование препятствует эффективной организационно-управленческой деятельности ООПТ, особенно на крупных и освоенных охраняемых территориях. В данном исследовании обоснована роль функционального зонирования в территориальной организации национальных парков, изучены факторы, влияющие на необходимость предпринимаемых действий по корректировке функционального зонирования. На примере национального парка “Тункинский” (Республика Бурятия) показаны изменения функционального зонирования, произошедшие за 30-летний период его существования. Результаты исследования свидетельствуют в целом об обоснованности решений по функциональному зонированию парка, позволяющему осуществлять сбалансированное сочетание охраны природных и историко-культурных ресурсов, а также развитие туристско-рекреационной и хозяйственной деятельности. Показано, что исследование эффективности развития различных функциональных зон требует поиска новых подходов к функциональному зонированию ООПТ, основанных на использовании новых источников геолокационной информации, в том числе GPS-треков туристских маршрутов.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, национальный парк “Тункинский”, функциональное зонирование, функциональные зоны, туристско-рекреационная деятельность

DOI: 10.31857/S0869607122030028

ВВЕДЕНИЕ

В русле реализации новой парадигмы развития особо охраняемых природных территорий, провозглашенной на V Всемирном конгрессе по природоохранным территориям в 2003 г. (г. Дурбан, ЮАР) многие национальные парки нацелены на достижение баланса между сохранением природы и рекреационными возможностями, расширение взаимосвязей между охраной природы и социально-экономическими потребностями развития территорий [16]. Трансформация подходов к развитию ООПТ привносит определенные изменения в процессы их развития, что отражается на функциях, целях, направлениях и механизмах управления деятельностью национальных парков.

В этом контексте существенные изменения претерпевает функциональное зонирование как инструмент управления ООПТ, устанавливающий режимные ограничения и позволяющий обеспечить оптимальное сочетание задач сохранения и развития природоохранных территорий [19, 22].

В России функциональному зонированию отводится важнейшая роль в территориальной организации национальных парков. Зонирование, отражая пространственную дифференциацию режимов, служит отправной точкой организационно-управленческой деятельности на ООПТ [13]. Изучение особенностей функционального зонирования ряда российских национальных парков позволяет проследить разнообразную картину перехода от формального выделения резерватов к зонированию, способствующему выполнению основных задач ООПТ по сохранению и восстановлению природных комплексов и историко-культурных объектов, по экологическому просвещению населения и научной деятельности, по созданию условий для регулируемого туризма и отдыха [1, 10, 17].

Со временем в деятельности национального парка может наступить такой момент, когда никакая гибкость и адаптивность системы зонирования не поможет привести ее в соответствие с быстро изменяющимися реалиями в природной или социально-экономической обстановке [14]. Исследователи считают, что по прошествии 10–15 лет зонирование национальных парков требует корректировки из-за накопления объективных изменений на их территориях [11].

Необходимость внесения изменений в функциональное зонирование национальных парков обусловлена совершенствованием законодательства об ООПТ [2], политикой обеспечения охраны природных и историко-культурных ценностей ООПТ [14], формированием новой концепции развития охраняемых территорий, расширяющей сотрудничество с местным населением в решении социальных и экономических задач [16], появлением резонансных конфликтов, связанных с ущемлением прав граждан, проживающих в границах национальных парков [8, 20], созданием инфраструктуры экологического туризма [21]. Одной из причин происходящих изменений в зонировании национальных парков является также несоответствие ранее проведенного зонирования основным положениям ФЗ “Об особо охраняемых природных территориях” (№ 33-ФЗ от 14.03.1995 г.), установившего состав функциональных зон в национальном парке и основные цели их выделения.

В настоящее время все чаще признается важность функционального зонирования как инструмента управления национальными парками на освоенных территориях. В рамках данного исследования на примере национального парка “Тункинский” – одного из наиболее крупных и освоенных национальных парков России – выполнен анализ особенностей и обоснованности происходящих и планируемых изменений функционального зонирования ООПТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изменения функционального зонирования национальных парков обуславливаются самыми разнообразными факторами: природно-рекреационными, историко-культурными, политико-административными, инфраструктурными, социально-экономическими и экологическими. При этом в каждом конкретном национальном парке может возникнуть своя особенная комбинация этих факторов и, соответственно, “уникальный” перечень изменений функционального зонирования.

При систематизации этапов эволюции функционального зонирования Тункинского национального парка авторы опирались на сравнительно-исторический, сравнительно-географический и картографический методы. Для выявления мест туристской активности использованы данные GPS-треков с открытого сервиса пространственной информации gpsies.com, что позволило расширить комплекс традиционных методов

исследования. Отметим, что использование ГИС-технологии, GPS-треков туристских маршрутов из открытых баз данных все чаще применяется при картографировании ООПТ [5, 18].

Тункинский национальный парк – шестой по величине национальный парк России. Расположение между озерами Байкал и Хубсугул формирует территорию национального парка как крупный физико-географический объект, предпочтительный для трансграничного туризма [7]. Включение в состав национального парка всей территории муниципального образования “Тункинский район” обуславливает сложную структуру землепользования. Общая площадь земель парка составляет 1 118 662 га. При создании национального парка “Тункинский” в 1991 г. в его пользование были предоставлены все земли государственного лесного фонда и земли государственного запаса, а также включены земли сельскохозяйственного назначения, населенных пунктов и земли других землепользователей без изъятия из хозяйственной эксплуатации¹. Однако после принятия ФЗ № 33 от 14.03.1995 г., установившего, что ООПТ включают, в том числе, участки земли, полностью или частично изъятые из хозяйственного использования, в правовые документы о создании парка соответствующие изменения не были внесены. Это обусловило в 2011–2012 гг. возникновение проблем с регистрацией прав собственности на земельные участки категории сельскохозяйственного назначения и населенных пунктов. В границах парка расположено 35 сельских населенных пунктов, объединенных в 14 сельских поселений. Численность постоянного населения Тункинского района в 2020 г. составила 20 106 чел., сократившись с 2012 г. на 9%. Снижение численности населения в значительной степени связано с миграционным оттоком из-за проблем с регистрацией земли, безработицы, отсутствия перспектив карьерного роста и условий для развития детей и др. Так, в 2019 г. из 1074 выбывших 66.1% составляли люди в трудоспособном возрасте и 20.8% – в возрасте младше трудоспособного [9].

В структуре экономики муниципального образования главенствующая роль принадлежит развитию туризма и рекреации, поскольку в Тункинском национальном парке есть все необходимые условия: живописные ландшафты, благоприятный климат, минеральные воды, лечебные грязи, лекарственные растения и др. В парке разработано 50 туристских маршрутов, которые включают автомобильные (31), водные (3), конные (4), комбинированные (12) маршруты. В районе функционирует 200 объектов коллективного и иных средств размещения, в том числе 26 гостиниц, 23 пансионата, турбазы и дома отдыха, 2 санаторно-курортных учреждения, 149 гостевых домов. По данным администрации муниципального образования “Тункинский район”, количество отдыхающих в год превышает 250 тыс. чел., из которых 32% отдыхают по путевкам, 68% организуют отдых самостоятельно. Вместе с тем проблемы с регистрацией прав собственности на земельные участки отрицательно сказываются на социально-экономическом развитии муниципального образования и препятствуют реализации государственных задач по закреплению населения на дальневосточных территориях и созданию качественной среды проживания [20]. Политика улучшения землепользования для местного населения требует актуализации функционального зонирования национального парка.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За 30-летний период функционирования Тункинского национального парка были приняты и претерпевали изменения основные документы, определяющие цели, задачи, направления деятельности парка, его организационно-хозяйственную структуру (табл. 1).

¹ Постановления Совета Министров РСФСР (№ 282 от 27.05.1991 г.) и Совета Министров Бурятской АССР (№ 353 от 31.12.1991 г.).

Таблица 1. Основные документы, определяющие цели, задачи, направления деятельности национального парка “Тункинский”, в том числе функциональное зонирование (составлено по архивным данным национального парка “Тункинский”)

Table 1. The main documents defining the goals, objectives, and activities of the Tunkinsky national park, including functional zoning (compiled according to the archival data of the national park)

Основные документы	Год	Назначение
Комплексная оценка территории Тункинского природного национального парка	1994	Обоснование придания правового статуса особо охраняемой природной территории федерального значения. Определены основные положения функционального зонирования территории национального парка
Положение о Тункинском национальном природном парке	1994	Определены основные правила организации, деятельности и функциональное зонирование национального парка
Схема организации и развития национального парка “Тункинский”	1995	Определены основные направления и решения по формированию организационно-хозяйственной структуры парка, строительству объектов. Функциональное зонирование <i>детализировано</i> .
Положение о национальном парке “Тункинский”	2017	Закреплены изменения в функциональном зонировании национального парка
Проект Положения о национальном парке “Тункинский”	2021	Планируется внесение изменений в функциональное зонирование национального парка.

Первые подходы к функциональному зонированию были предприняты в 1993–1994 гг. в рамках выполнения комплексной оценки территории Тункинского национального парка. В 1994 г. было утверждено Положение о Тункинском национальном природном парке, в котором закреплено функциональное зонирование с выделением следующих зон: заповедного режима, заказного режима, хозяйственного назначения, обслуживания посетителей, лечебно-оздоровительная, познавательного туризма и рекреационного использования. Отдельно была выделена территория агроландшафтов. В 2017 г. в основном документе регулирования деятельности парка “Положение о национальном парке “Тункинский”” [23] отражены изменения в функциональном зонировании территории, связанные с сокращением состава зон и их переименованием. Согласно новому зонированию, выделены заповедная, особо охраняемая, рекреационная зоны и зона хозяйственного назначения (табл. 2, рис. 1).

Заповедная зона парка предназначена для сохранения природной среды в естественном состоянии и в ее границах запрещается осуществление любой экономической деятельности. Охватывает не затронутые хозяйственной деятельностью гольцовые и подгольцовые типы ландшафтов хребта Хамар-Дабан и участка кедровых лесов, расположенный в междуречье рек Зун-Мурин и Тумусун. Здесь расположены массивы кедровых лесов, покрывающие покатые водоразделы по северному макросклону хребта Хамар-Дабан. Заповедность территории обусловлена также тем, что гольцовые природные комплексы почти на 60% обеспечивают формирование стока горных рек, и, следовательно, главного водотока парка р. Иркут [6]. В новой версии зонирования небольшие площади данной зоны в Зун-Муринском лесничестве переведены в рекреационную зону. С другой стороны, в заповедную зону включены участки таежных кедровников на склонах Восточного Саяна вблизи с. Аршан, в результате чего площадь зоны увеличилась примерно на 0.6%.

Особо охраняемая зона (ранее зона заказного режима) предназначена для сохранения природной среды в естественном состоянии; в ее границах допускается проведение экскурсий и посещение в целях познавательного туризма. К этой зоне отнесены участки Тункинских гольцов. В результате нового зонирования площадь особо охра-

Таблица 2. Функциональное зонирование национального парка (1994 и 2017 гг.). Составлено по данным национального парка “Тункинский”
Table 2. Functional zoning of the Tunkinsky National park (1994 and 2017 years). Compiled according to the data of the national park

Название зон, 1994 г.	Доля от площади парка, %	Название зон, 2017 г.	Доля от площади парка, %
Зона заповедного режима	13.2	Заповедная зона	13.83
Зона заказного режима	9.4	Особо охраняемая зона	3.31
Зона познавательного туризма и рекреационного использования	51.1	Рекреационная зона	57.38
Лечебно-оздоровительная зона	0.02		
Зона обслуживания посетителей	0.03		
Зона хозяйственного назначения	16.8	Зона хозяйственного назначения	25.48
Территория агроландшафтов	9.4		

няемой зоны уменьшилась примерно на 6.1% за счет перевода участков в заповедную, рекреационную зоны и в зону хозяйственного назначения. В рекреационную зону переведена местность Бадары, представляющая собой типичный участок межгорно-котловинных светлохвойных лесов. В 1996—2003 гг. на большей части территории прошли пожары и в настоящее время проводятся лесовосстановительные мероприятия. Также здесь находится популярный объект научного и познавательного туризма — сибирский солнечный радиотелескоп Института солнечно-земной физики СО РАН. Важно выделить, что в зону хозяйственного назначения переведены участки на северо-западе парка, включая гольцовые и горнотаежные комплексы, неустойчивые к антропогенным нагрузкам [4]. На этих участках находятся места концентрации редких растений; в частности, в окрестностях с. Монды произрастает около 15 видов [12]. Соответственно, требуется разработка мероприятий для защиты этих территорий в процессе хозяйственной деятельности.

В целом площади заповедной и особо охраняемой зоны составляют около 17% территории парка, в то время как по зонированию 1994 г. зоны заповедного и заказного режима составляли более 22% (см. табл. 2). Однако отметим, что согласно п. 1.1 статьи 15 Федерального закона от 30.11.2011 № 365-ФЗ, “уменьшение площади заповедной зоны и особо охраняемой зоны, а также площади зоны традиционного экстенсивного природопользования не допускается”.

Зона хозяйственного назначения — это территория, где допускается осуществление деятельности, направленной на обеспечение функционирования национального парка и жизнедеятельности граждан, проживающих на территории национального парка. Зона увеличилась на 8.7% в результате присоединения к ней ранее отдельно выделяемой территории агроландшафтов, состоящей из земель других пользователей, включенных в состав парка без изъятия из хозяйственной деятельности. Следует пояснить, что по зонированию 1994 г. к зоне хозяйственного назначения были отнесены места традиционного природопользования местного населения в лесном фонде в местах рубки леса, сбора дикоросов, охоты и пастьбы скота.

Согласно новому зонированию *в рекреационную зону* переименована зона познавательного туризма. За счет включения участков заповедной зоны, зоны заказного режима, зоны хозяйственного назначения, лечебно-оздоровительной зоны и зоны обслуживания посетителей произошло увеличение площади рекреационной зоны на 6.2%. В настоящее время рекреационная зона, в пределах которой проложено около 15 туристских маршрутов, занимает 57.4% территории национального парка и охватывает в основном горнотаежные склоновые части Тункинских гольцов и западного Ха-

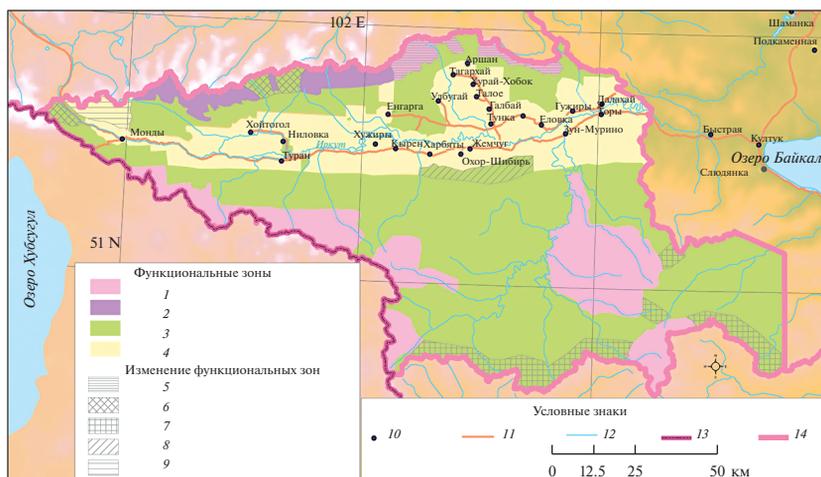


Рис. 1. Функциональное зонирование национального парка “Тункинский”, 2017 г. (составлено по [23] на топографической основе ArcGIS Enterprise Standard, лицензиат Байкальский институт природопользования СО РАН). Функциональные зоны: 1 – заповедная, 2 – особо охраняемая, 3 – рекреационная, 4 – хозяйственного назначения; изменение функциональных зон по сравнению с 1994 г.: 5 – заповедная зона (ранее зона заказного режима), 6 – рекреационная зона (ранее зона заказного режима), 7 – рекреационная зона (ранее заповедная зона), 8 – рекреационная зона (ранее зона хозяйственного назначения), 9 – зона хозяйственного назначения (ранее зона заказного режима); 10 – населенные пункты; 11 – автомобильные дороги; 12 – реки; границы: 13 – государственная, 14 – национального парка.

Fig. 1. Functional zoning of the Tunkinsky national park, 2017 (compiled by [23] on the ArcGIS Enterprise Standard topographic base, licensee Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences). Functional zones: 1 – nature reserve zone, 2 – specially protected zone, 3 – recreational zone, 4 – economic zone; change of functional zones compared to 1994: 5 – nature reserve zone (earlier specially protected zone), 6 – recreational zone (earlier specially protected zone), 7 – recreational zone (earlier nature reserve zone), 8 – recreational zone (earlier economic zone), 9 – economic zone (earlier specially protected zone); 10 – settlements; 11 – roads; 12 – rivers; borders: 13 – state, 14 – national park.

мар-Дабана, с участками в подгольцовой части, где сосредоточены уникальные природные и историко-культурные объекты парка.

Особенности рельефа национального парка сформировали превосходные условия для развития горного туризма с посещением таких ключевых объектов, как вершина Мунку-Сардык, водопады на р. Кынгарга, вулкан Черского, гора Хайрхан и др. Рекреационная зона включает дренирующие горные хребты реки Зун-Мурун, Большой и Малый Ургэдэй, Тумусун, Снежная, которые изобилуют перекатами и порогами и используются для водного туризма. Озера Нуркутул, расположенные в долине р. Иркут, служат популярным местом любительского рыболовства. В рекреационную зону включены минеральные источники, расположенные в предгорной части парка: наиболее известны из них Хонгор-Уула, Саган Угун, Халун-Угун, Шармак, Папий, Субарга. Особый интерес для туристов представляют места, связанные с религиозными культурами [3]. Значительная часть их расположена на склонах и в предгорьях Тункинских гольцов, хребта Хамар-Дабан и представляют собой скальные останцы, потухшие вулканы, места выходов минеральных источников и различные долинные ландшафты.

С целью выявления наиболее посещаемых маршрутов и объектов и сопоставления с изменениями зон национального парка составлена карта туристской активности посетителей с использованием данных GPS-треков с открытого портала пространственной информации gpsies.com. Анализ данных показал, что наиболее посещаемы тропы

к находящимся за пределами парка Шумаковским источникам (22 трека) (рис. 2), на вершину Мунку-Сардык (20 трек) и в окрестностях курорта Аршан (22 трека). Первые два участка прохождения троп в новом зонировании были переведены в рекреационную зону. Окрестности курорта Аршан были выделены как рекреационная зона в 1993–1994 гг. при проектировании парка. Высокая туристская активность на данных участках, выявленная в результате анализа трек-маршрутов, подтверждает правильность перевода их в рекреационную зону. Однако следует отметить, что данные участки частично относятся к территориям с низкой устойчивостью ландшафтов [4], что обуславливает важность учета допустимых рекреационных нагрузок (количество туристских групп, количество человек в группах). В этой связи интересен опыт, представленный в работе В.П. Чижовой [15]. Важно отметить, что в настоящее время в парке в целях снижения рекреационной нагрузки ведется активное строительство и благоустройство экологических троп [23].

Исследование показывает, что в национальном парке “Тункинский” за 30-летний период функционирования приведены в соответствие с положениями федерального закона об ООПТ состав, название и площади функциональных зон парка, устранены несоответствия с изменениями природных комплексов.

Вместе с тем, следует признать, что реальная картина функционального зонирования парка еще далека от идеальной, поскольку с 2021 г., согласно обновлённому российскому законодательству, местное население имеет право приватизировать земли в населенных пунктах, расположенных в парке, и это в долгосрочной перспективе может улучшить качество жизни граждан.

Таким образом, проблемы использования ландшафтов с низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам и улучшения землепользования для местного населения требуют актуализации функционального зонирования национального парка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование подтверждает, что функциональное зонирование не является статичной концепцией, раз и навсегда устанавливающей соотношение участков и способов использования и особой охраны природных объектов. Нами показано, что предпринимаемые действия по корректировке функционального зонирования определяются законодательными условиями, государственной политикой в области заповедного дела, устойчивостью ландшафтов, целями социально-экономического развития территории, жизненным опытом и интересами местных жителей, необходимостью сопряжения экологической, рекреационной и просветительской функций ООПТ. В исследовании на примере национального парка “Тункинский” показано, как изменялось функциональное зонирование с момента его создания и какие факторы повлияли на этот процесс. Выявлены изменения в составе и площади функциональных зон национального парка “Тункинский”, обусловленные процедурой приведения зонирования в соответствие с законодательством.

Результаты исследования свидетельствуют об обоснованности в целом решений по функциональному зонированию национального парка “Тункинский”, но указывают и на ряд проблем зонирования, остающихся нерешенными. Авторы надеются, что их исследование будет способствовать развитию дискуссий об оправданности и обоснованности изменений функционального зонирования крупных и освоенных национальных парков в рамках новой парадигмы развития ООПТ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-010-00665.

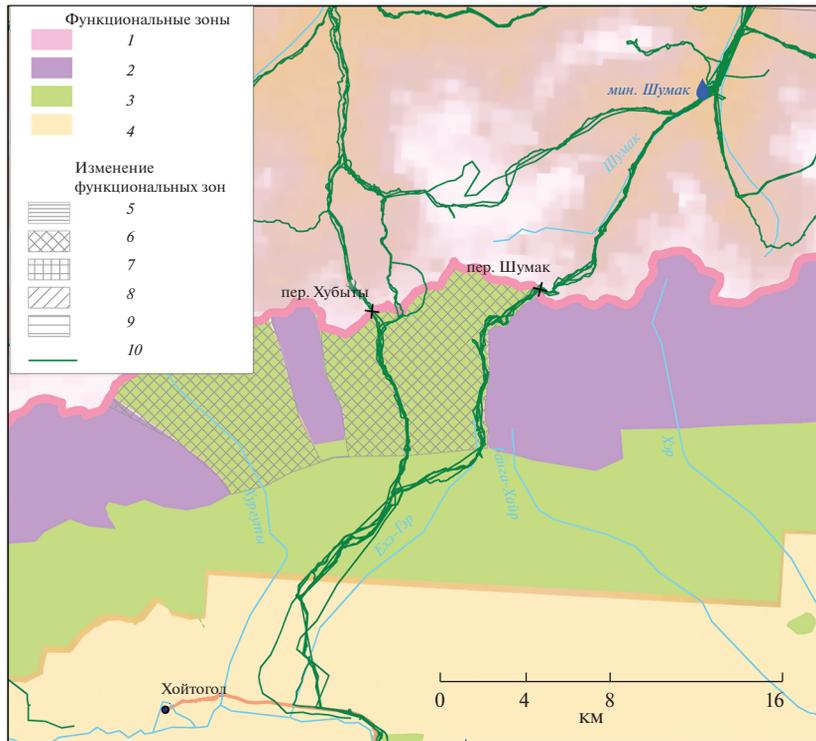


Рис. 2. GPS-треки туристских маршрутов к Шумацким источникам. Функциональные зоны национального парка “Тункинский”: 1 – заповедная, 2 – особо охраняемая, 3 – рекреационная, 4 – хозяйственного назначения; изменение функциональных зон по сравнению с 1994 г.: 5 – заповедная зона (ранее зона заказного режима), 6 – рекреационная зона (ранее зона заказного режима), 7 – рекреационная зона (ранее заповедная зона), 8 – рекреационная зона (ранее зона хозяйственного назначения), 9 – зона хозяйственного назначения (ранее зона заказного режима); 10 – GPS-треки туристских маршрутов.

Fig. 2. GPS tracks of tourist routes to Shumak springs. Functional zones of the Tunkinsky national park: 1 – nature reserve zone, 2 – specially protected zone, 3 – recreational zone, 4 – economic zone; change of functional zones compared to 1994: 5 – nature reserve zone (earlier specially protected zone), 6 – recreational zone (earlier specially protected zone), 7 – recreational zone (earlier nature reserve zone), 8 – recreational zone (earlier economic zone), 9 – economic zone (earlier specially protected zone); 10 – GPS tracks of tourist routes.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Д.Н., Санников П.Ю. Функциональное зонирование особо охраняемых территорий г. Перми // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 17–21.
<https://doi.org/10.24411/9999-006A-2019-11502>
2. Иенатьева И.А. Последние направления в развитии законодательства об особо охраняемых природных территориях // Бизнес, менеджмент и право. 2010. № 1 (21). С. 132–133.
3. Занданова Б.А. Культурные места автохтонных верований на территории национального парка “Тункинский” // Вестник Бурятского государственного университета. 2007. № 3. С. 71–75.
4. Зарубина Н.В. Комплексная рекреационная оценка Тункинского национального парка // География и природные ресурсы. 2006. № 4. С. 129–135.
5. Каширина Е.С., Голубева Е.И., Новиков А.А. Использование GPS-треков для оценки рекреационной нагрузки на ООПТ // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2020. Т. 2. № 5. С. 28–32.
<https://doi.org/10.23885/2500-123X-2019-2-5-28-32>

6. Комплексная оценка территории Тункинского природного национального парка. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1995. 30 с.
7. *Корытный Л.М., Евстропьева О.В.* Как развивать трансграничный экологический туризм в бассейне озера Байкал // ЭКО. № 12. 2014. С. 76–86.
8. *Кузнецов М.П., Пегов С.А.* Конфликты природопользования в районе национального парка “Валдайский” // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2010. № 4. С. 77–85.
9. *Лубсанова Н.Б., Максанова Л.Б.Ж., Ботоева Н.Б.* Проблемы развития сельских территорий, расположенных в границах национальных парков // Островские чтения. 2020. № 1. С. 233–237.
10. *Никонорова И.В., Мулендеева А.В.* Пути оптимизации функционального зонирования национального парка “Чаваш Вармане” // Современные географические, геологические и экологические исследования. 2007. С. 117–129.
11. *Попов В.Л., Добрушин Ю.В., Макасовский Н.В.* Как создать национальный парк. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2001. 23 с.
12. *Рупышев Ю.А.* Редкие виды растений Национального парка “Тункинский” – новые местонахождения, состояние и перспективы охраны // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 6. С. 807–812.
13. *Транин А.А.* Национальные парки в СССР: проблемы и перспективы: (организационно-правовые вопросы). М.: Наука, 1991. 294 с.
14. *Чижова В.П.* Методика зонирования национальных парков // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. Научно-технический журнал. 2006. № 3 (16). С. 105–123.
15. *Чижова В.П., Грязин И.В., Хилько К.Ю.* Вопросы проектирования экологических троп для природных парков (на примере парка “Ергаки”, Западный Саян) // Географический вестник. 2018. № 1 (44). С. 138–144.
<https://doi.org/10.17072/2079-7877-2018-1-138-144>
16. *Шеннард Д.* Новая парадигма для особо охраняемых природных территорий: активное управление посетителями. URL: <https://www.wildnet.ru/images/stories/bibl/Paradigma.doc> (дата обращения 25.03.2021).
17. *Шидловская Ю.А.* Эволюция функционального зонирования национального парка “Куршская коса” // Вестник Балтийского федерального университета им. И.Канта. 2015. № 1. С. 72–78.
18. *Isachenko T.E., Isachenko G.A., Bocharnikova M.V., Ozerova S.D.* Mapping and monitoring recreational disturbance of the territory for the recreational nature management // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. 38 (1), 012036.
19. *Liu X., Li J.* Scientific solutions for the functional zoning of nature reserves in China//Ecological Modelling. 2008. V. 215. Issues 1–3. P. 237–246.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.02.015>
20. *Maksanova L., Bardakhanova T., Lubsanova N.* et al. Assessment of losses to the local population due to restrictions on their ownership rights to land and property assets: The case of the Tunkinsky National Park, Russia // PLoS ONE. 2021. V. 16. № 5. May 2021. P. e0251383.
21. *Maksanova L., Ivanova S., Budaeva D., Andreeva A.* Public-Private Partnerships in Ecotourism Development in Protected Areas: A Case Study of Tunkinsky National Park in Russia // Journal of Environmental Management and Tourism. 2020. V. 11. № 7 (47). Pp. 1700–1707.
[https://doi.org/10.14505/jemt.v11.7\(47\).11](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.7(47).11)
22. *Zhuang H., Xia W., Zhang C., Yang L., Wanghe K., Chen J., Luan X., Wang W.* Functional zoning of China’s protected area needs to be optimized for protecting giant panda // Global Ecology and Conservation. 2021. V. 25. e01392.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.02.015>
23. URL: // <https://tunkapark.ru/about/dokumenty/> (дата обращения 20.03.2021).

Evolution of Functional Zoning of the Tunkinsky National Park

D. G. Budaeva^{1, *}, L. B-Zh. Maksanova^{1, **}, and V. D. Sharaldaeva^{2, ***}

¹*Baikal Institute of Nature Management, SB RAS, Ulan-Ude, Russia*

²*East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia*

*E-mail: budaevadarima@yandex.ru

**E-mail: lmaksanova@yandex.ru

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

Functional zoning as a special tool for managing natural protected areas (NPA) plays the key role in preserving biodiversity and ensuring sustainable development of a territory. Despite

the importance of this tool, some issues of functional zoning remain understudied in respect to large most developed NPA. This study analyzes the changes in the functional zoning of the Tunkinsky national park (Republic of Buryatia) that have occurred during the 30 years of its existence. The study reveals factors influencing the demand for actions taken to adjust the park's functional zoning; changes in the composition and area of the functional zones; an increase in the park's recreational area. The results of the study indicate that the decisions concerning functional zoning of Tunkinsky national park were justified, which now enables the park to optimally combine preservation of natural, historical and cultural heritage with the growing tourist and recreational activities and economic exploitation of the territory. It is shown that the study of the effectiveness of the development of various functional zones requires the search for new approaches to the functional zoning of NPA based on new sources of geolocation information, including GPS tracks of tourist routes.

Keywords: natural protected areas, Tunkinsky national park, functional zoning, functional zones, tourist and recreational activities

REFERENCES

1. Andreev D.N., Sannikov P.Yu. Funkcional'noe zonirovanie osobo ohranyaemykh territorij g. Permi // *Vo-prosy stepovedeniya*. 2019. № 15. S. 17–21. doi: 10.24411/9999-006A-2019-11502
2. Ignat'eva I.A. Poslednie napravleniya v razvitii zakonodatel'stva ob osobo ohranyaemykh prirodnykh territoriyah // *Biznes, menedzhment i pravo*. 2010. № 1 (21). S. 132–133.
3. Zandanova B.A. Kul'tovye mesta avtohtonnykh verovanij na territorii nacional'nogo parka "Tunkinskij" // *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2007. № 3. S. 71–75.
4. Zarubina N.V. Kompleksnaya rekreacionnaya ocenka Tunkinskogo nacional'nogo parka // *Geografiya i prirodnye resursy*. 2006. № 4. S. 129–135.
5. Kashirina E.S., Golubeva E.I., Novikov A.A. Ispol'zovanie GPS-trekov dlya ocenki rekreacionnoj nagruzki na OOPT // *Ekologiya. Ekonomika. Informatika*. Seriya: Geoinformacionnye tehnologii i kosmicheskij monitoring. 2020. T. 2. № 5. S. 28–32. <https://doi.org/10.23885/2500-123X-2019-2-5-28-32>
6. Kompleksnaya ocenka territorii Tunkinskogo prirodnogo nacional'nogo parka. Ulan-Ude: Izd-vo BNCz SO RAN, 1995. 30 s.
7. Korytnyj L.M., Evstrop'eva O.V. Kak razvivat' transgranichnyj ekologicheskij turizm v bassejne ozera Bajkal // *EKO*. № 12. 2014. S. 76–86.
8. Kuznecov M.P., Pegov S.A. Konflikty prirodopol'zovaniya v rajone nacional'nogo parka "Valdajskij" // *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2010. № 4. S. 77–85.
9. Lubсанова N.B., Maksanova L.B.Zh., Botoeva N.B. Problemy razvitiya sel'skikh territorij, raspolozhennykh v granicah nacional'nykh parkov // *Ostrovskie chteniya*. 2020. № 1. S. 233–237.
10. Nikonorova I.V., Mulendeeva A.V. Puti optimizacii funkcional'nogo zonirovaniya nacional'nogo parka "Chavash Varmane" // *Sovremennye geograficheskie, geologicheskie i ekologicheskie issledovaniya*. 2007. S. 117–129.
11. Popov V.L., Dobrushin Yu.V., Maksakovskij N.V. Kak sozdat' nacional'nyj park. M.: Izd-vo Centra ohrany dikoj prirody, 2001. 23 s.
12. Rupyshev Yu.A. Redkie vidy rastenij Nacional'nogo parka "Tunkinskij" – novye mestonahozhdeniya, sostoyanie i perspektivy ohrany // *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2009. T. 16. № 6. S. 807–812.
13. Tranin A.A. Nacional'nye parki v SSSR: problemy i perspektivy: (organizacionno-pravovye vo-prosy). M.: Nauka, 1991. 294 s.
14. Chizhova V.P. Metodika zonirovaniya nacional'nykh parkov // *Yuzhno-Rossijskij vestnik geologii, geografii i global'noj energii*. Nauchno-tehnicheskij zhurnal. 2006. № 3 (16). S. 105–123.
15. Chizhova V.P., Gryazin I.V., Hil'ko K.Yu. Voprosy proektirovaniya ekologicheskikh trop dlya prirodnykh parkov (na primere parka "Ergaki", Zapadnyj Sayan) // *Geograficheskij vestnik*. 2018. № 1 (44). S. 138–144. doi: 10.17072/2079-7877-2018-1-138-144
16. Sheppard D. Novaya paradigma dlya osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij: aktivnoe upravlenie posetitel'yami. URL: <https://www.wildnet.ru/images/stories/bibl/Paradigma.doc> (data obrashcheniya 25.03.2021).
17. Shidlovskaya Yu.A. Evolyuciya funkcional'nogo zonirovaniya nacional'nogo parka "Kurshskaya kosa" // *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I.Kanta*. 2015. № 1. S. 72–78.
18. Isachenko T.E., Isachenko G.A., Bocharnikova M.V., Ozerova S.D. Mapping and monitoring recreational disturbance of the territory for the recreational nature management // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. 38 (1), 012036.

19. Liu X., Li J. Scientific solutions for the functional zoning of nature reserves in China//*Ecological Modelling*. 2008. V. 215. Issues 1–3. P. 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.02.015>
20. Maksanova L., Bardakhanova T., Lubsanova N. et al. Assessment of losses to the local population due to restrictions on their ownership rights to land and property assets: The case of the Tunkinsky National Park, Russia // *PLoS ONE*. 2021. V. 16. № 5. May 2021. P. e0251383.
21. Maksanova L., Ivanova S., Budaeva D., Andreeva A. Public-Private Partnerships in Ecotourism Development in Protected Areas: A Case Study of Tunkinsky National Park in Russia // *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. vol. 11, № 7 (47). Pp. 1700–1707. [https://doi.org/10.14505//jemt.v11.7\(47\).11](https://doi.org/10.14505//jemt.v11.7(47).11)
22. Zhuang H., Xia W., Zhang C., Yang L., Wanghe K., Chen J., Luan X., Wang W. Functional zoning of China's protected area needs to be optimized for protecting giant panda // *Global Ecology and Conservation*. 2021. V. 25. e01392. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.02.015>
23. URL: //https://tunkapark.ru//about/dokumenty/ (data obrashheniya 20.03.2021).

ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА ДУС-ХОЛЬ (ТЫВА)

© 2022 г. И. В. Андреева^{а, *}, Ч. Н. Самбыла^{б, **}, А. В. Пузанов^{а, ***},
Ч. Б. Монгуш^{б, ****}, А. М. Оюн^б

^аИнститут водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

^бТувинский научный центр, Кызыл, Россия

*E-mail: direction-altai@yandex.ru

**E-mail: choigansam@mail.ru

***E-mail: puzanov@iwep.ru

****E-mail: chinchi96@mail.ru

Поступила в редакцию 18.01.2022 г.

После доработки 25.05.2022 г.

Принята к публикации 01.06.2022 г.

В статье приведены результаты инвентаризации рекреационной инфраструктуры и дан ситуационный анализ рекреационного природопользования на территории памятника природы республиканского значения Республики Тыва “Озеро Дус-Холь”. Определены стадии рекреационной дигрессии экосистем в границах пансионатов и в местах неорганизованного отдыха на необустроенном побережье озера. Представлены результаты расчета текущей рекреационной емкости побережий озера и анализа рекреационных нагрузок, приведших природные комплексы к современным состояниям. Обоснованы временные нормы допустимой рекреационной нагрузки, позволяющие ограничить рост и далее снизить уровень негативных для экосистем воздействий. Предложен вариант согласования природоохранной и рекреационно-оздоровительной деятельности в рамках статуса памятника природы, ориентированный на создание особой экономической зоны туристско-рекреационного типа республиканского значения.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, рекреация, рекреационная нагрузка, рекреационная дигрессия экосистем, нормирование

DOI: 10.31857/S0869607122030016

ВВЕДЕНИЕ

Среди всех видов летней рекреации отдых у воды наиболее популярен. Его реализация в сложных экономических и эпидемиологических условиях наиболее удобна на региональных водных объектах: они близки к местам проживания, посещение их менее затратно и не требует долгосрочного планирования. Как следствие, даже в некурортных местностях с пригодными для пляжного отдыха климатом и гидрологическими условиями возникают стихийные центры летней рекреации, которые создают сопутствующие проблемы и требуют срочного регулирующего вмешательства.

В Южной Сибири из-за преобладания снежно-ледникового питания даже летом вода в реках остается холодной, что вместе с высокими скоростями течения создает дискомфорт для купания. В этой связи наибольший рекреационный интерес имеют реликтовые степные озера: Кулундинское, Большое и Малое Яровые в Алтайском

крае, Чаны в Новосибирской области и др. В них соленая вода и донные илы обладают лечебными свойствами и позволяют эффективно восстанавливать силы и энергию.

В Республике Тыва к водоемам с высоким рекреационным потенциалом относятся десятки соленых и пресных озер. Их общая площадь превышает 300 км², а самые крупные озера – Тере-Холь (39.1 км²), Чагытай (28.6 км²), Чедер (5.1 км²).

Однако близость к потребителю (45 км от столицы Тывы г. Кызыл с населением 120 тыс. чел.) и транспортная доступность сделали наиболее популярным, а потому и более рекреационно нагруженным небольшое по площади (1.7 км²) озеро Дус-Холь (Сватиково). Оно расположено в Улуг-Хемской котловине в центре Тывы в Тандинском кожууне (районе). Озеро входит в состав одной из 169 ключевых орнитологических территорий, признанных BirdLife International в качестве международных (КОТР) – “Хадын”. Степные водно-болотные угодья КОТР “Хадын” занимают 28 км² и включают одноименное озеро и соседние с ним мелкие озера.

Состав воды в озере Дус-Холь хлоридный магниевый-натриевый с высоким содержанием брома (0.41 мг/л). Минерализация рапы колеблется в пределах 100–280 г/л. Присутствуют калий (0.410 г/л), бор (НВО₂ – 0.011 г/л), литий (до 0.0003 г/л), стронций (0.010 г/л), цезий (0.005 г/л), йод (0.002 г/л), фтор (0.002 г/л). Высококачественная рапа, лечебные грязи, гелиотермы и питьевые минеральные воды создали на берегах возможности для организации сезонной здравницы, сопоставимой по профилю и комплексу лечебных факторов с курортами Саки и Чокрак (Крым) [4].

С 2007 г. акватория и северное побережье озера имеют статус регионального памятника природы без изъятия земель у пользователей. Одновременно южный берег служит грязелечебной зоной, для которой режим допускает бивуачную рекреацию и деятельность лечебно-оздоровительных учреждений.

В условиях такой многофункциональности и растущей рекреационной активности одной из главных задач управления природопользованием на побережье озера Дус-Холь Министерство природных ресурсов и экологии Республики Тыва признало введение нормирования рекреационной нагрузки. Подготовку фактурной основы для нормирования обеспечила руководимая Тувинским научным центром комплексная научно-исследовательская экспедиция, организованная на побережье озера летом 2021 г. В число ее задач вошли сбор сведений о взаимодействии природных комплексов прибрежной зоны, рекреации и инфраструктуры, получение характеристик рекреационных нагрузок на охраняемые экосистемы. Настоящая статья обобщает итоги этой работы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Проблема определения допустимых нагрузок на природную среду особо охраняемых природных территорий (ООПТ) при массовом рекреационном использовании пока не решена [7]. Разработка единой методики со сроком исполнения 2 года инициирована Министерством природных ресурсов и экологии РФ в 2020 г., но результат ее пока не обнародован.

Все разработки настоящего времени концептуально сводятся к трем ведущим подходам, оценивающим рекреационную нагрузку по качественным, количественным или санитарно-гигиеническим показателям. Суть первых состоит в определении приемлемого уровня изменений в природном комплексе (как правило, по мнению организаторов туризма и администраций ООПТ) и установлении соответствующего ему уровня рекреационной нагрузки. Такие методики подходят для выработки управленческих программ без расчета точного количественного предела нагрузки, разработаны за рубежом и в России пока широко не применяются.

Нормирование по санитарно-гигиеническим нормам также не распространено: оно не гарантирует защищенности экосистем на ООПТ, поскольку антропоцентрично, а

человек — не самый чувствительный биологический вид. Вместе с тем введение и соблюдение этих норм позволяет в ряде случаев уменьшить фактическую нагрузку на природу в популярных зонах отдыха и тем самым способствовать запуску функций самовосстановления экосистем.

Российские исследователи чаще используют количественное нормирование, в основе которого лежат действующие методики определения рекреационных нагрузок на лесные экосистемы [2, 6]. Рекреационная нагрузка в них определяется количеством отдыхающих на единице площади, временем их пребывания на объекте и видом отдыха (чел./га/час, чел./га/год, чел./га/сезон и др.). Допустимой (предельно допустимой) считается нагрузка, соответствующая такому уровню рекреационной дигрессии (ухудшение состояния экосистем из-за внешних или внутренних причин), при котором разрушение экосистем компенсируется восстановительными процессами.

Наиболее чувствительными и уязвимыми компонентами природного комплекса являются растительность и почвы, а самым агрессивным видом рекреационных воздействий — вытаптывание, проявляющееся на территории в виде троп, дорог и выбитых пространств [1]. Целям определения допустимости нагрузок служит стадирование дигрессии в зависимости от отношения вытоптанной до минеральной основы площади к общей площади участка. Существует пятиуровневая шкала, которая закреплена стандартом лесной отрасли: I стадия дигрессии — вытоптанность до 1.0%, II — 1.1–5.0%, III — 5.1–10.0%, IV — 10.1–25.0%, V — более 25.0% [6]. Границу между III и IV стадиями принимают за предел устойчивости природного комплекса.

В упрощенном виде процесс количественной оценки рекреационной нагрузки состоит из ряда исследовательских действий: 1) выделение ареалов с однородными природными условиями и видами рекреации, 2) определение стадий рекреационной дигрессии в границах ареалов, 3) установление величин рекреационной нагрузки, приводящей к соответствующей стадии дигрессии экосистемы.

Именно эти подход и алгоритм были использованы для оценки и нормирования рекреационной нагрузки на экосистеме побережий озера Дус-Холь. Поскольку действующие методики разработаны применительно к лесам, а объект исследования находится в степи, то для наблюдений применена шкала Э.А. Репшаса [5]: I стадия — изменения слабые (видовой состав напочвенного покрова не изменен, его обилие снижено на 10–20%; подстилка уплотнена и частично нарушена, ее мощность снижена на 10–30%); II — изменения средние (тропы слабо выражены, напочвенный покров вытоптан на 40%; подстилка сильно уплотнена, ее мощность снижена на 40% и более); III — изменения сильные (тропы и участки с полностью вытоптаным почвенным покровом и подстилкой); IV — костровища; V — участки, захламленные мусором. Такое стадирование учитывает скорость естественного возобновления экосистем и позволяет оценить возможность любых неподготовленных для массового отдыха экосистем к самовосстановлению. Так на тропе (вытоптанной поверхности) эта скорость выше, чем на кострище, а на кострище выше, чем на замусоренной территории (имеется в виду длительно существующая мусорная свалка).

В методе Э.А. Репшаса определение стадии рекреационной дигрессии строится на визуальной оценке признаков, характеризующих состояние почвенного и растительного покровов, замусоренность, наличие бытовых отходов, и дальнейшем вычислении коэффициента измененности, соотносимого со стадиями дигрессии. Алгоритм метода позволяет исключать из расчетов признаки состояния древесной растительности, что важно при оценке степных пространств [5].

Подсчет фактической рекреационной нагрузки (количество посетителей) на участках действующие методики рекомендуют проводить на протяжении 40–80 суток в год трижды в сутки [2, 6]. Однако колоссальная затратность этого метода редко позволяет реализовать его полностью. Поэтому в данном случае он заменен методом определения текущей емкости, численно определяющим физическую текущую емкость — мак-

симальное число посетителей, которые физически могут поместиться на пространстве (пляже, тропе) [8, 9]. Показатель равен произведению площади, доступной для общественного использования, на число посетителей на единице площади и на число допустимых посещений (фактор ротации). Фактор ротации равен частному от деления продолжительности сезона на продолжительность одной смены посещения.

Учет посетителей на побережье озера проводился с 6 по 9 июля 2021 г. одновременно с оценкой изменений в экосистемах. За базовое значение для расчета принят подсчет 7 июля 2021 г. (среда), а для расчета годового количества посетителей, которое равно числу летних отдыхающих ввиду сезонности рекреационного использования озера (исключительно летом), к зафиксированным показаниям применены корректирующие поправки: примерное соотношение посещений в будни и выходные равно 1 : 2.5 [3]; примерное соотношение посещаемости в течение летнего периода: июнь – 0.5, июль – 1.5; август – 1.0, в среднем за сезон – 1.0 [3]; с учетом продолжительности рекреационного сезона с 15 июня по 15 августа количество будней в июне 2021 г. составило 10, выходных – 6, в июле – 17 и 14, в августе – 8 и 7 соответственно.

Полевые работы выполнены методом анкетирования. В форму анкет для описания экосистем и пансионатов внесены вопросы по методу Э.А. Репшаса: о состоянии почв и растительности, наличии и характеристиках следов рекреационной деятельности. В пансионатах дополнительно использована форма, включающая вопросы о количестве зданий, номеров и мест в них, числе персонала, что позволило оценить воздействия рекреационной инфраструктуры на окружающую среду. В частности, на основании норм расхода воды в гостиницах и пансионатах (при общих душах норма на одного жителя составляет 120 л/сут.), установленных СП 30.13330.2016 “Внутренний водопровод и канализация зданий”, рассчитан забор подземных вод. Хотя документ утратил силу после введения приборов учета, его нормы обоснованы и сохраняют пригодность для прикладных расчетов.

В качестве операционных территориальных единиц в расчетах использованы площади рекреационных учреждений, а за их пределами – участки побережья с однородными природными условиями (ландшафт, тип растительности) и сходными видами рекреационной активности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При полевых наблюдениях уточнены технико-экономические показатели 36 пансионатов. Так, совокупный фонд их составляет 400 неблагоустроенных номеров, вместимость – более 1100 человек. Удобства расположены на улице и включают общие раковины с краном, душ, неблагоустроенный туалет. Источниками технической воды служат индивидуальные и групповые скважины. Питьевая вода завозная. Сбросы канализуются в выгребные ямы. Бытовые отходы собираются в мусорные баки. Электроснабжение осуществляется от генераторов и ограничено по времени.

При маршрутном учете выявлены и оценены 12 посещаемых с целью отдыха участков побережья общей площадью 24.2 га (от 0.5 до 3.4 га). На них доминируют степные сообщества: житняковые, караганно-полынно-злаковые, солонцеватые крупнодерновинно-мелкодерновинные (волоснецовые, чиевые).

Особенностью рекреации на территории памятника природы “Озеро Дус-Холь” выступает фокусное положение самого водоема, который формирует природный рекреационный потенциал и определяет структуру прибрежной рекреационной системы. Посетителям знакомы только виды отдыха, ориентированные на использование воды и грязей в лечебных целях. Развитие пансионатов ориентировано исключительно на пляжный оздоровительный отдых. Из-за моноспециализации сеть учреждений тяготеет к береговой линии, а удаление от берега малоперспективно. Сезонное использование озера в пляжно-оздоровительных целях определяет “точечный” и “шо-

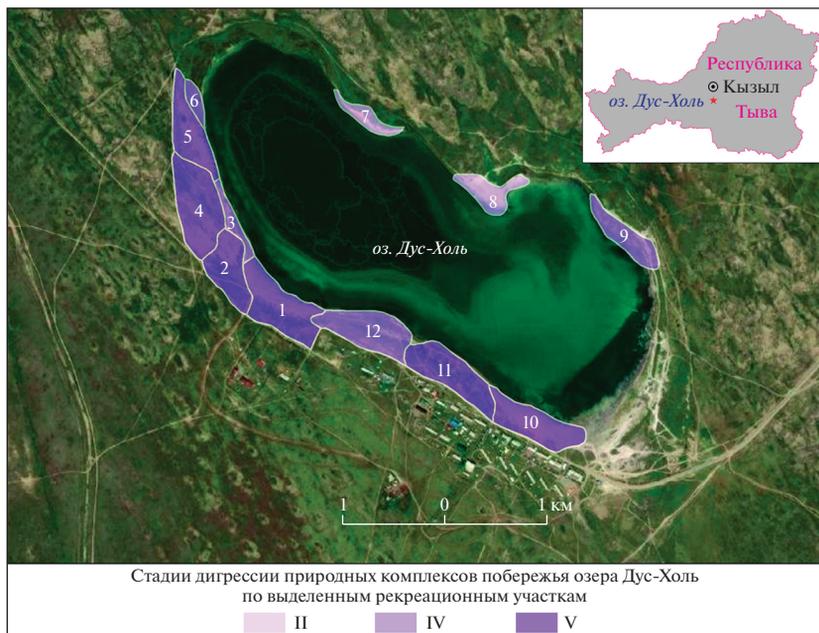


Рис. 1. Стадии дигрессии природных комплексов на побережье озера Дус-Холь. Условные обозначения: II, IV, V – стадии рекреационной дигрессии, 1–12 – номера участков на побережье за пределами пансионатов.
Fig. 1. Stages of recreational digression of ecosystems on the lake Dus-Khol coast. Legend: II, IV, V – stages of recreational digression, 1–12 – numbers of sites on the coast outside resorts (pensions).

ковый” характер воздействий на охраняемые экосистемы. Познавательные и бальнеологические ресурсы озера используются нерационально.

Анализ изменений в экосистемах показал, что почти все побережье в зоне рекреации находится на IV и V стадиях дигрессии (рис. 1). Это значит, что предел устойчивости пройден, экосистемы не способны к самовосстановлению, требуется срочное регулирующее воздействие человека. Изменения выражаются в наличии густой сети троп и полевых дорог, “окон вытаптывания”, признаков эрозии. Типичные виды зональной растительности замещены синантропными, кустарниковая растительность сильно повреждена. Территория замусорена, имеются множественные следы кострищ. Такое состояние – следствие открытости для автотранспорта, что позволяет большому числу людей завезти на берег громоздкое бивуачное снаряжение и большой запас продуктов и воды для длительного пребывания.

В зоне покоя птиц на северном побережье оз. Дус-Холь, куда доступ посетителей ограничен, измененность участков соответствует II стадии дигрессии, когда изменения видны, но функционирование экосистем близко к естественному. Объяснением тому служат как особенности охранного режима, так и природные условия: засоленные и заболоченные северные берега озера менее удобны для бивуаков, чем твердые песчаные южные побережья. Присутствие здесь человека заметно по слабо выраженным тропам и наличию мелкого мусора.

На территориях 11 пансионатов изменения соответствуют II стадии дигрессии, на территориях 15 пансионатов – III стадии. Это значит, что на территориях 72% пансионатов

натов природные комплексы находятся в допустимом состоянии и сохраняют способность к восстановлению, на территориях остальных учреждений — критически изменены. Приемлемый уровень изменений связан с нахождением на территории учреждений только постояльцев, количество которых ограничено номерным фондом. Большую часть времени (от 2 до 14 часов в сутки) отдыхающие проводят на берегу, что также разгружает территории пансионатов и, наоборот, нагружает пляжи.

Суммарное количество посетителей побережья определено расчетным путем и составляет более 16730 чел./сезон. Ввиду сложности идентификации посетителей, в это число входят и самоорганизованные отдыхающие, и клиенты пансионатов. В момент наблюдения в рабочий день на пике сезона на самых популярных участках берега плотность отдыхающих составила 15.3 чел./га, что соответствует плотности 38.3 чел./га в выходной день. С учетом продолжительности влияния отдыхающих на озеро (в среднем 9 часов в будни и 14 часов в выходные дни) рекреационная нагрузка на них может достигать 140–540 чел. × час./га в сутки.

Согласно используемым методикам [2, 6], допустимая нагрузка соответствует числу посетителей на участках с III стадией рекреационной дигрессии. Однако, ареалов с III стадией рекреационной дигрессии на необустроенном побережье не зафиксировано. На участках с IV–V стадиями дигрессии количество посетителей превышает допустимый предел, но установить достоверно численное значение превышения на основании имеющихся материалов не представилось возможным.

Вместе с тем, установлен предел рекреационной нагрузки в зоне покоя птиц. Солонцеватые степи северного берега находятся на II стадии дигрессии, а текущая посещаемость их соответствует рекреационной нагрузке 2–4 чел./га. Это оптимально и с позиции охраны природы, и с позиции познавательного туризма на ООПТ, т.к. позволяет организованно принимать до 5950 чел./га/год при обеспечении стабильности экосистем. Создание настильных экотроп позволит дополнительно снизить нагрузку и обеспечит дальнейшее восстановление природных комплексов.

Для остальных участков, где пока не проведены стационарные исследования по моделированию воздействий III стадии, следует заимствовать наработки, выполненные на территориях-аналогах. Таков, например, природный парк “Ая” (Алтайский край), имеющий те же цели и задачи, предгорное местоположение, сходные природные характеристики¹. С учетом ландшафтных и геоботанических особенностей экосистем озера Дус-Холь предложено установить нормативы предельно допустимых рекреационных нагрузок для настоящих степей 20–25 чел./га, закустаренной степи — 8–10 чел./га, заболоченных лугов — 3–7 чел./га, солонцеватой степи — 2–4 чел./га.

Территории пансионатов расположены в пределах настоящих степей, поэтому к ним применим норматив 20–25 чел./га. Для сохранения существующей вместимости при введении нормативов территории нуждаются, как минимум, в обустройстве дорожно-тропиночной сети, что позволит применить повышающие коэффициенты.

Расчет водопотребления рекреационной инфраструктурой позволил оценить объемы изъятия природных подземных и сброса канализационных вод. На основании характеристик номерного фонда установлено годовое количество посетителей — 3648 человеко-суток, а годовое водопотребление природной технической воды пансионатами достигает 438 м³. Такой же объем канализируется в ямы и септики, что созда-

¹ Научное обоснование создания природного парка краевого значения “Ая” в Алтайском районе Алтайского края. Разработчики: Алтайский государственный университет, биологический факультет, географический факультет. Барнаул, 2004 г. 276 с.

ет риск эпидемиологических и экологических проблем вследствие производственно-хозяйственной деятельности рекреационного комплекса.

Ключевым вопросом практического применения полученных результатов выступает способ сокращения числа отдыхающих и контроля за посещаемостью побережий озера. Поскольку в настоящее время особо охраняемым является лишь северный берег водоема, притом без изъятия земель у пользователей, а озеро — общедоступный водный объект, то закрыть или административно ограничить въезд на территорию невозможно. Регулировать нагрузку в таких условиях можно лишь поддержкой одного из трех сценариев развития: 1) инерционное развитие, неуправляемый туризм (пессимистичный сценарий); 2) элементарное инфраструктурное обустройство при жестком соблюдении санитарных норм (умеренно пессимистичный сценарий); 3) развитие особой экономической зоны туристско-рекреационного типа республиканского значения (оптимистичный сценарий: цивилизованный туризм). Из трех названных сценариев властям рекомендован третий, предполагающий полное обустройство побережья, развитие услуг в сфере лечебного и экологического туризма. Сценарий позволит сформировать на побережье озера Дус-Холь и всей КОТР “Хадын” целостную и оперативно управляемую природохозяйственную систему, подающуюся прогнозу и регулированию не только в сфере туризма и рекреации, но и в отношении поддержания состояния охраняемых экосистем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Здоровая среда обитания, система природных комплексов рекреационного и курортно-оздоровительного назначения, нетронутые ландшафты — необходимые условия реализации гражданами важнейших конституционных прав на охрану здоровья и на жизнь в благоприятной окружающей среде. Поэтому такие территории, как ООПТ, зоны отдыха, пляжи считаются индикаторами качества жизни в регионах, а власти прикладывают усилия к их поддержанию, сохранению и развитию. Там, где рекреационные и природоохранные функции совмещены, как в границах памятника “Озеро Дус-Холь”, задачи власти усложняются необходимостью балансировки планов и мероприятий по социально-экономическому развитию и охране природы.

Исследования, проведенные на такой территории, показали, что в отсутствие отраслевых стандартов и экотуристской инфраструктуры действующие методики определения рекреационных нагрузок обеспечивают необходимый минимум данных для стратегического планирования деятельности на ООПТ открытого типа (памятник природы, заказник). Для целей текущего управления ООПТ и детализации мероприятий по ее сохранению и рекреационному использованию требуются уточнения, учитывающие региональные и индивидуальные природно-хозяйственные особенности конкретных территорий.

Полученные результаты, детальность которых ограничена временными и финансовыми ресурсами, приняты за основу для оперативного управления побережьем озера Дус-Холь. Последующее моделирование рекреационной нагрузки, приводящей экосистемы к III стадии дигрессии, обеспечит их детализацию, однако существенных расхождений в результатах не ожидается ввиду близости условий исследуемой территории и территории-аналога. В уточненном виде предложенные нормы нагрузки лягут в основу региональной нормативной базы рекреационных нагрузок для рекреационно значимых территорий Республики Тыва.

Исследование проведено по заданию Министерства природных ресурсов и экологии Республики Тыва “Разработка научно-обоснованных методических рекомендаций по определению предельно допустимых и оптимальных рекреационных нагрузок на особо охраняемую природную территорию — памятник природы “Озеро Дус-Холь”

в Тандинском кожууне и его охранную зону”. Расчеты рекреационного водопотребления выполнены по проекту № 0306-2021-0002 в ИВЭП СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурова Н.В., Феклистов П.А. Антропогенная трансформация пригородных лесов Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. 264 с.
2. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. Госком. по лесному хоз-ву. М., 1987. 34 с.
3. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загребев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко, Н.Н. Гусев, А.Г. Мошкалева. М.: Колос, 1992. 495 с.
4. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. Кызыл: Тувинское книжное изд-во, 1968. 105 с.
5. Репиас Э.А. Эколого-лесоводственные основы оптимизации рекреационного лесопользования в Литовской ССР: диссертация ... доктора биологических наук. Ин-т леса и древесины. Каунас: Гирионис, 1988. 541 с.
6. Стандарт отрасли ОСТ 56-100-95 “Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы”. Утв. приказом Рослесхоза от 20.06.1995 г. № 114.
7. Чижова В.П., Грязин И.В., Хилько К.Ю. Вопросы проектирования экологических троп для природных парков // Географический вестник. 2018. № 1 (44). С. 138–144.
8. Arias M.C. Determinacion de capacidad de carga turistica en areas protegidas. CATIE, Turrialba, 1992. 134 p.
9. Ceballos-Lascurain H. Tourism, ecotourism and protected areas. IUCN, 1996. 248 p.

Assessment and Regulation of Recreational Load on the Lake Dus-Khol Coast (Tyva)

I. V. Andreeva¹, *, Ch. N. Sambyla², **, A. V. Puzanov¹, ***,
Ch. B. Mongush², ****, and A. M. Oyun²

¹Institute for water and environmental problems, SB RAS, Barnaul, Russia

²Tuva Scientific Center, Kyzil, Russia

*E-mail: direction-altai@yandex.ru

**E-mail: choigansam@mail.ru

***E-mail: puzanov@iwep.ru

****E-mail: chinchi96@mail.ru

The article presents the results of the analysis of recreational activities on the territory of the nature monument “Lake Dus-Khol” (Republic of Tyva). The characteristics of the tourist infrastructure and the flow of tourists are given. The results of establishing the stages of recreational digression of ecosystems on the coast are shown. The results of calculating the current recreational capacity of the lake coast and recreational loads that have brought natural complexes to current conditions are presented. The time norms of permissible recreational load are justified. They will limit growth and further reduce the level of negative impacts on ecosystems. A variant of the development of recreational nature management on the lake coast is proposed. It is focused on the creation of a special economic zone of tourist- recreational type of republican status.

Keywords: natural protected areas, recreation, recreational load, recreational digression of ecosystems, rationing

REFERENCES

1. Burova N.V., Feklistov P.A. Antropogennaya transformatsiya prigorodny'h lesov Arhangel'sk: Izd-vo Arhang. gos. tehn. un-ta, 2007. 264 s.
2. Vremennaya metodika opredeleniya rekreacionnyh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizatsii turizma, ekskursij, massovogo povsednevnogo otdy'ha i vremenny'e normy etih nagruzok. Goskom. po lesnomu hoz-vu. M., 1987. 34 s.
3. Obshheshoyuznye normativy dlya taksatsii lesov / Zagreev V.V., Suhii V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.G.. M.: Kolos, 1992. 495 s.
4. Pinneker E.V. Mineral'nye vody Tuvy. Kyzil: Tuvinskoe knizhnoe izd-vo, 1968. 105 s.

-
5. Repshas E.A. Ekologo-lesovodstvennye osnovy optimizacii rekreacionnogo lesopol'zovaniya v Litovskoj SSR: dissertaciya ... doktora biologicheskikh nauk. In-t lesa i drevesiny. Kaunas: Girionis, 1988. 541 s.
 6. Standart otrasli OST 56-100-95 "Metody i edinicy izmereniya rekreacionnyh nagruzok na lesnye prirodnye komplekсы". Utv. prikazom Rosleshoza ot 20.06.1995 g. № 114.
 7. Chizhova V.P., Gryazin I.V., Hil'ko K.Yu. Voprosy proektirovaniya ekologicheskikh trop dlya prirodnih parkov // Geograficheskij vestnik. 2018. № 1 (44). S. 138–144.
 8. Arias M.C. Determinacion de capacidad de carga turistica en areas protegidas. CATIE, Turrialba, 1992. 134 p.
 9. Ceballos-Lascurain H. Tourism, ecotourism and protected areas. IUCN, 1996. 248 p.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЕДИЦИИ Р. МУРЧИСОНА В РОССИЮ

© 2022 г. М. Г. Цинкобурова*

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

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

Поступила в редакцию 04.01.2022 г.

После доработки 10.06.2022 г.

Принята к публикации 11.06.2022 г.

Статья посвящена некоторым новым данным о геологической экспедиции Р. Мурчисона–Э. Вернейля в европейской части России. Ценнейшими историческими источниками, свидетельствующими как об участниках событий, так и об особенностях развития геологии того времени, служат воспоминания Н.И. Кокшарова и монография А. Гейки. Проведенный в статье анализ фрагмента письма Мурчисона, содержащегося в монографии Гейки, позволил установить места, связанные с Мурчисоном в Санкт-Петербурге. В качестве одной из побудительных причин экспедиции Мурчисона в Россию во всех литературных источниках указывается сходство палеозойских разрезов европейской части России и Великобритании. На это сходство впервые указал Мурчисону Л. фон Бух, достаточно детально ознакомившись с палеонтологическими особенностями палеозойских и мезозойских отложений европейской части России. Однако нигде не освещалась история формирования русских палеонтологических коллекций, присланных Буху. Изученные архивные материалы позволили раскрыть новые страницы истории формирования палеонтологической коллекции Л. фон Буха из русских местонахождений.

Ключевые слова: Мурчисон, Кокшаров, Л. фон Бух, Гельмерсен, геологическая экспедиция, палеонтологические коллекции, Old Red Sandstone

DOI: 10.31857/S0869607122030090

ВВЕДЕНИЕ

Шотландскому баронету, *королю силурийскому, лорду граувакка* (как шутливо называли его современники), человеку, установившему три системы палеозоя (силурийскую, пермскую и девонскую, последнюю совместно с А. Седжвиком), Родерику Мурчисону посвящен отдельный пласт как в англоязычной, так и в русской литературе по истории геологии. В данной статье мы, не желая повторять предшественников, детально описавших жизнь выдающегося геолога и его исследования, хотели бы, в первую очередь, остановиться на менее освещенных событиях, непосредственно предшествовавших экспедиции Мурчисона в Россию и во многом повлиявших на его решение посетить эту страну.

Память об экспедиции в геологической литературе. Первые работы, посвященные экспедиции Мурчисона, вышли в свет вскоре после публикации материалов геологических исследований и, в большинстве своем, были посвящены рассмотрению сугубо геологических аспектов [4, 15]. Отдельного внимания заслуживает серия статей Н.К. Чупина ([13], содержащая, помимо выдержек из “Геологического описания...” Мурчисона, посвященных Казанской губернии, достаточно детальную информацию о маршруте и составе участников экспедиции.

Подробная монография английского геолога, ученика и биографа Р. Мурчисона Арчибалда Гейки вышла в свет уже в 1875 г., только 4 года спустя после смерти ученого [16]. Также интересные свидетельства непосредственного участника событий содержатся в “Воспоминаниях” Н.И. Кокшарова [5]. В русской литературе по истории геологии акцент, в первую очередь, всегда делался на периоде жизни исследователя, связанным с изучением геологии России [3, 10–12, 14]. Одной из последних работ на русском языке, посвященных памяти английского ученого, была замечательная книга С.И. Ваксмана [2]. Во многих работах, посвященных экспедиции, неоднократно указывается, что идея путешествия в Россию появилась у Мурчисона благодаря Леопольду фон Буху. Именно он указал Мурчисону на возможность сопоставить английские разрезы тогда только установленной девонской системы с русскими. Не случайно путь Мурчисона и Вернейля в Санкт-Петербург пролегал через Берлин, где остановку они использовали для знакомства с коллекцией русских фоссилий Л. фон Буха [17]. Однако история возникновения коллекции российских фоссилий Буха и, тем самым, история знакомства Буха с особенностями геологии России так и осталась не рассмотренной.

Формирование коллекции для Л. фон Буха. По мнению непосредственного участника экспедиции Мурчисона в Россию Н.И. Кокшарова, оставившего очень подробные записки об этом времени, “*корень предпринятого...геологического путешествия*” был обусловлен сообщенным Мурчисону предположением Л. фон Буха об аналогии отложений Новгородской губернии последовательности палеозойских осадков Англии и Уэльса и, в частности, незадолго до этого выделенной Мурчисоном и А. Седжвиком девонской системе [5, с. 10]. Правомерность выделения девонской системы вызвала сомнения у геологов Западной Европы, даже несмотря на колоссальный научный авторитет Р. Мурчисона и А. Седжвика. Это было обусловлено принципиально различным типом геологических разрезов девона Великобритании и континентальной Европы (при этом в Великобритании также наблюдается два отличных друг от друга типа разреза). Знаменитый *Old Red Sandstone* (“древний красный песчаник”) – континентальные, преимущественно аллювиальные отложения Евроамерики – развит на большей части территории Англии и представлен терригенными красноцветами с остатками рыб и наземных растений. Для юго-запада Англии, как и континентальной Европы, характерен морской карбонатный девон, содержащий разнообразный комплекс морских стеногалинных организмов палеоокеана Реикум. Эти литологические и палеонтологические несоответствия сразу обратили на себя внимание и поставили под сомнение стратиграфическую тождественность двух типов разреза. Достаточно сходный с английским характер отложений наблюдается в другой части Евроамерики, несоизмеримо восточнее, на территории северо-западной Европы (область т.н. Главного Девонского поля). Здесь девона представлены литологически сходными с *Old Red Sandstone* терригенными красноцветами (преимущественно морского генезиса), а верхний отдел – морскими терригенно-карбонатными отложениями. Стратиграфическая приуроченность нижней терригенной формации также не сразу была единодушно признана всеми русскими геологами: возник ожесточенный спор между двумя светилами отечественной геологии того времени – Г.П. Гельмерсеном и Э.И. Эйхвальдом [5, с. 10]. В то время как Э. Эйхвальд проводил параллель между русскими отложениями и английским девоном, Г.П. Гельмерсен ошибочно трактовал эти красноцветы как *New Red Sandstone* (формацию, чей возраст впоследствии был определен как пермь-триасовый). Для разрешения спора они послали “*в 1839 году 162 образца, в 1841 г. – 64*” [3, с. 84] фоссилий из России Л. фон Буху – одному из родоначальников европейской полевой геологии, человеку, которому присылали на диагностику для палеонтологических консультаций коллекции из разных уголков Европы. При этом нигде конкретные указания о характере коллекции, отосланной Буху, опубликованы не были.

Архивные материалы, связанные с формированием коллекции для Л. фон Буха, содержат интересную информацию, позволяющую судить об особенностях развития геологии и палеонтологии России в тридцатые годы XIX в., в частности, об оперативности, с которой и был произведен сбор, первичная диагностика и отсылка коллекции Буху. Судя по письму Д.И. Соколова В.Е. Самарскому-Быховцу (в 1837 г. капитан, старший адъютант штаба Корпуса Горных инженеров [8]), Л. фон Бух прислал

Минеральный магазин комплектовался из лишних образцов Горного музея и был предназначен для продажи образцов в розницу и комплектации коллекций по запросам [6]. К.В. Чевкин поручает Г.П. Гельмерсену *“уведомить чрез каких Горных Начальников или заводчиков можно бы успешнее достать лучшие по возможности образцы раковин, означенных в прилагаемых у сего записке Г. Буха...”*⁴ (13.12.1837). Среди первых кандидатур, предложенных Г.П. Гельмерсеном, были Горный начальник Богословских заводов подполковник Петр Иванович Порозов (у него планировалось получить *“терebraтулиты.. аммониты..белемниты..., найденных в местах пройденных Северной экспедицией”*), действительный статский советник Фишер (*“окаменелости Московской губернии и гор Валдайских”*), капитан Мейер – предположительно чиновник особых поручений преимущественно по горной части, гиттенфервальтер (*“раковины окрестностей города Оренбурга”*). Кроме того, Г.П. Гельмерсен рекомендовал затребовать *“раковины Гор Кавказских”*⁵ (20.12.1837). По всей видимости, далее этот список был, вероятно, значительно расширен после устных обсуждений.

В итоге был составлен реестр окаменелостей, просимых для Л. фон Буха с указанием возможных источников для получения этих окаменелостей⁶, позволяющий судить также о первоначальной просьбе Буха. В коллекцию предполагалось включить следующие группы окаменелостей.

*“Всех видов теребратулитов, особенно Крымских и Кавказских”*⁷, при этом было отмечено, что в Минеральном магазине есть хорошие образцы различных видов теребратулитов из Санкт-Петербургского ортоцератитового известняка (средний ордовик), Талинского зимовья (предположительно Богословский горнозаводской округ, район р. Талой), окрестностей Богословского завода (Верхотурский уезд, юра), а *“Крымских и Кавказских теребратулитов нет у нас вовсе, ни в магазине, ни в Музеуме”*.

“Аммониты Сибирские”, с пометкой, что в Магазине имеются из окрестностей Талинского и Медниковского зимовья и Богословских заводов.

“Окаменелости Аммонитов с Кавказских Горячих вод и с Терека”.

“Окаменелости какого-либо рода с Валдайских гор”, с указанием, что есть только продуктиды с Боровицких порогов; остальное, как и окаменелости Московской губернии, надо просить у Фишера.

Обращает на себя внимание отсутствие в этом реестре упоминаний о девонских окаменелостях Новгородской губернии, которые, по исходным предположениям, и явились первопричиной интереса Буха.

С середины декабря 1837 г. К.В. Чевкин рассылает письма с одинаковой просьбой *“о собрании и доставлении окаменелостей раковин”* будучи *“озабочиваем состоянием для Музеума горного института...а также удовлетворить просьбу известного геолога Леопольда Буха”*. Из вышесказанного следует, что просьба Л. фон Буха послужила невольным катализатором ревизии состояния коллекций Музеума и выявила необходимость их модификации. Среди адресатов, помимо уже рекомендованных, были Горные начальники Кольвановоскресенских, Луганских, Нерченских заводов⁸. Также К.В. Чевкин поручил Александру Карпинскому поиск иных источников окаменелостей (выставок *“естественных произведений”*) в губернских городах – в частных коллекциях, в собраниях гимназий⁹.

С февраля 1838 г., несмотря на зиму, в Корпус Горных инженеров начали приходить первые ответы о возможности обеспечения образцами. Весной 1838 г. в Корпус

⁴ РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 3.

⁵ РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 9.

⁶ РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 6.

⁷ Теребратулиты соответствуют в современном понимании ринхонеллиформным брахиоподам.

⁸ РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 13, 16–19, 22, 25, 35, 43, 73, 75.

⁹ РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 27–31.

Горных инженеров прибыл караван золота Уральских заводов вместе с окаменелостями Богословских заводов¹⁰. Составление коллекции было поручено также Д.И. Соколову и Г.П. Гельмерсену¹¹, параллельно К.В. Чевкин продолжает рассылку писем с просьбой о присылке образцов. К декабрю 1838 г. каркас первичной коллекции был составлен¹² (рис. 2).

В первый отосланный Л. фон Буху набор образцов вошли окаменелости Богословских заводов с ближними и дальними окрестностями, Томских и Колыванских заводов, окрестностей Керчи, Луганского завода, Донецкого кряжа, Дмитриевских гор (Владимирская область), Унжинского завода (Нижегородская губерния), окрестностей Сызрани, Боровицких порогов на р. Мста, окрестностей С.-Петербурга, южного склона Валдайской возвышенности.

Очевидно, что хранящийся в архиве реестр не совсем полный: в него включены только материалы, полученные из других источников, и не отражено то, что было собрано из фондов Минерального магазина.

В 1840 г. по итогам изучения русских материалов выходит в свет монография Буха, посвященная горным формациям России; в том же году она была переведена на русский язык Д.И. Соколовым, принявшим самое активное участие в сборе материалов для Буха [9]. В своей работе Л. фон Бух рассмотрел следующие районы:

Холмы в окрестностях Петербурга, равно как и вся Эстляндия и южный берег Финского залива: район был определен как область нерасчлененных отложений нижнего и среднего силура.

Валдайская возвышенность...равно как и вся, вероятно, Лифляндия — частично девонская формация Мурчисона (древний красный песчаник), частично *горный или угольный известняк*. Бух отмечает, что *оба эти осадка, в верхних частях своих, подходят очень близко к настоящей каменноугольной формации*. Просмотр только палеонтологического материала из указанного района обусловил категоричный вывод Л. фон Буха: *нахождение новейших формаций в этих местах еще не доказано* (несмотря на широкое площадное распространение гляциальных и флювиогляциальных отложений плейстоцена).

Область, охарактеризованная Л. фон Бухом как *юрские и меловые формации*: Бух отмечает, что они не переходят дальше 54° северной широты, не встречаются севернее Москвы, Нижнего Новгорода и Оренбурга.

Восточная сторона Урала, 64° северной широты — во многих местах отмечает юрские пласты *без всякой связи с другими подобными пластами*.

Высокий берег Волги, от Симбирска до Сарепты — предел распространения юрских пластов по направлению к Уралу; Бух сопоставляет их с Подмосковьем — бассейнами Унжи и Оки. Он отмечает древность юрских пластов, приводит комплекс ископаемых и сопоставляет их с Попилянскими на Виндаве, описанными Эйхвальдом и с пластами на Илеке до *Мугожарских гор*.

Восточная сторона Урала — верхнесилурийские известняки, отличающиеся от Петербургских.

Донецкий кряж — каменноугольная формация.

При написании работы, помимо коллекции, Бух детальнейшим образом ознакомился с опубликованной на то время литературой, посвященной геологии европейской части России. В коллекции, присланной Горным институтом в Берлин, наиболее полно были представлены образцы из Петербургской губернии. В работе Л. фон Буха

¹⁰РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 48.

¹¹РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 61, 62.

¹²РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 78–82

71

Окаменелости отобранные для Леопольда Буха.

№	Наименование	Количество	
		№	Л
<i>Окаменелости Троицковские</i>			
<i>заповедь.</i>			
<i>А. С. Правое крыло заповедной</i>			
<i>гряды</i>			
1.	<i>Tribolites</i> ...	5	2
2.	...и <i>Encrinurus</i> и <i>Aspidonurus</i> ...	4	2
3.	<i>Tribolites</i> ...	1	1
4.	<i>Siphonaria</i> и <i>Aspidonurus</i> ...	3	1
<i>К. С. Правой стороны реки Мухоморова</i>			
<i>и макс. находящиеся в пределах</i>			
<i>камени и в верстах от Троицков-</i>			
<i>ских заповедь на С. В.</i>			
5.	<i>Tribolites</i> ...	3	1
6.	...и <i>Aspidonurus</i> ...	3	2
7.	<i>Favosites</i> и <i>Aspidonurus</i> ...	3	1
8.	...	1	2
9.	...	4	2
<i>С. С. Троицкой реки Троицк-и-С.</i>			
<i>верстах от Троицковских за-</i>			
<i>поведь на С. В.</i>			
10.	<i>Tribolites</i> ...	5	1
11.	...	1	2
12.	...	3	2
13.	...	3	2
14.	...	16	2
15.	<i>Tribolites</i> и <i>Aspidonurus</i> ...	6	2
16.	<i>Holothuria</i> и <i>Strophomena</i> ...	4	2

Рис. 2. “Окаменелости отобранные для Леопольда Буха”¹³.

Fig. 2. “Fossils selected for Leopold Buch” (The Russian State Historical Archive. F. 44. I. 2. C. 561. L. 78).

упоминается более 35 различных видов беспозвоночных среднего и верхнего ордовика. Несмотря на значительно изменившуюся со времени работы Л. фон Буха систематику (часть видов, диагностируемых тогда, позднее были признаны невалидными) очевидно, что Бух смог увидеть достаточно разнообразный комплекс ордовикских ринхонелиформных брахиопод, цистоидей, эокриноидей, ромбифер, трилобитов,

¹³РГИА. Ф. 44. Оп. 2. Д. 561. Л. 78.

один вид цефалопод и установить ряд новых родов и видов (у иглокожих род эокриноидей *Cryptocrinites* Buch, 1840 и род ромбифер *Hemicosmites* Buch, 1840).

Не менее обширный комплекс был представлен юрскими фоссилиями Балтийских земель из местечка Попиляны (совр. Папиле, Латвия), а также обнажений на р. Унжа и каменоломен Унженского железного завода, Сызрани и других районов Поволжья. Эти материалы позволили Л. фон Буху первому установить наличие в пределах европейской части России пород юрской системы. Третьим основным источником русских палеонтологических коллекций, присланных Буху, был район Богословских заводов (Пермская губерния). Окаменелости (брахиоподы, кораллы, гастроподы), собранные в окрестностях Богословских заводов, Бух отнес “...если не совсем к Мурчисоновому Венлокскому известняку, то по крайней мере к силурийской системе вообще...” [8, с. 202].

Несмотря на однозначные свидетельства Н.И. Кокшарова, что причиной отсылки российских палеонтологических материалов Л. фон Буху был достопамятный спор о возрасте пластов Новгородской губернии между Г.П. Гельмерсеном и Э.И. Эйхвальдом [5, с. 10–11], судя по анализу, сделанному Л. фон Бухом, он не располагал достаточно обширной коллекцией по данному району. В работе Л. фон Буха упоминается штуф “с реки Волхов”, хранящийся в Берлинском кабинете: этот штуф Л. Бух сопоставляет со штуфом “с реки Луги, к западу от Новгорода”, присланным непосредственно Э. Эйхвальдом [8, с. 165]. Оба штуфа представляли собой “конгломерат из трохитовых частей” (устаревшее название разрозненных члеников стеблей криноидей) и содержали разнообразный комплекс ринхонеллиформных брахиопод раннефранского возраста. Также, судя по приведенному описанию, Л. фон Бух видел образец со знаменитого обнажения нижнего франа на р. Шелони у д. Сухлово (позднее получившего название “Венюковское” обнажение). На этом личные определения Л. фон Бухом девонских фоссилий северо-запада России заканчиваются, и в своем описании он ссылается на определения Г.П. Гельмерсена, И.А. Гюльденштедта, С.П. Курторги и других исследователей. Тем не менее Л. фон Бух обнаружил общность комплексов остатков ископаемых рыб из терригенных и терригенно-карбонатных отложений Новгородской губернии с комплексами из английского Old Red Sandstone и идентичность комплексов морских беспозвоночных комплексам из девонских отложений Западной Европы. Тожественность различных типов разрезов начала получать палеонтологическое подтверждение, а палеонтологические определения Л. фон Буха русских образцов пробудили у европейских геологов интерес к геологии далекой России.

Также по отдельным штуфам Л. фон Бух смог познакомиться с каменноугольными отложениями района Боровичей; остальную информацию по Валдайской возвышенности Л. Бух давал согласно определениям Г.П. Гельмерсена и А.И. Шренка. В очерке, посвященном окрестностям Москвы, Л. фон Бух опирался на работы Фишера фон Вальдгейма, подтверждая развитие здесь валдайского горного известняка. По всей вероятности, Л. фон Бух изучал какие-то образцы из Мячковских каменоломен. Описание Донецких степей сделано в основном по литературным данным, но Л. фон Бух определял окаменелости из Луганского завода, где изучил обширный комплекс каменноугольных беспозвоночных и растений.

У Р. Мурчисона этот интерес к геологическому строению России уже зимой 1840 г. [14, с. 271] вылился в намерение посетить северо-запад Российской империи для изучения стратиграфических соотношений силурийской и девонской систем этой области. Весной этого же года Р. Мурчисону посчастливилось в Париже встретиться с русским экономистом Александром Казимировичем Мейендорфом, которому Министерством финансов Российской империи было поручено изучить особенности промышленности и минеральных ресурсов центральной России. Мейендорф решил воспользоваться командировкой в Париж и предложить участие в экспедиции известнейшему французскому палеонтологу Эдуарду Вернейлю и немецкому зоологу, про-

фессору Иоганну Генриху Блазиусу. Вернейль пригласил участвовать и Мурчисона; так был сформирован первоначальный состав будущей экспедиции. Во многом благодаря Мейендорфу с самого начала экспедиция пользовалась особым покровительством министра финансов Российской империи Егора Францевича Канкрин. Высокие меценаты явно благоволили именитым зарубежным натуралистам, и в следующий сезон экспедиции покровительствовал сам император Николай I. Следует отметить, что помощь экспедиции оказывалась как финансовая (еще в первый полевой сезон, летом 1840 г. начальник штаба Горного корпуса Константин Владимирович Чевкин, посылая Николая Ивановича Кокшарова сопровождать экспедицию, объявил о назначенных им ассигнованиях 450 рублей серебром [5, с. 12]), так и административная и информационная. Так, перед вторым полевым сезоном на Урале перед приездом членов экспедиции в Уральских горных округах готовились карты, зачищались обнажения, минералогические собрания дополнялись окаменелостями [10]. В России к иностранным ученым примкнули известный натуралист, зять графа Канкрин Александр фон Кейзерлинг и юный выпускник корпуса Горных инженеров Н.И. Кокшаров (впоследствии директор Горного института и Минералогического общества). Первым пунктом назначения иностранных членов экспедиции в России был Санкт-Петербург.

Следы Мурчисона в Санкт-Петербурге. В своих воспоминаниях о пребывании в Санкт-Петербурге во время первого визита в Россию в 1840 г. Р. Мурчисон упоминает хозяйку гостиницы, где они останавливались, оба раза проезжая через Санкт-Петербург: "*At length we reached Mrs Wilson's on our tottering wheels, on Tuesday the 25th August at 8 a.m...*" (цитируется по [21, с. 299]), "*Write to me, Pension Anglaise, St. Petersburg...*" (цитируется по [16, с. 294]). В книге адресов Санкт-Петербурга за 1837 г. [7] мы дважды нашли упоминание о Вильсонах в Санкт-Петербурге: в перечне гостей иностранных и российских некий Джон Вильсон, иностранный гость, проживающий на Галерной улице, № 74, 1 часть, 4 квартира, № 216 (рис. 3); в перечне купеческих российских и иностранных контор Джон Вильсон, владелец фирмы "Вильсон и К", проживающий на Английской набережной, 37 (рис. 4). Где мог остановиться шотландский баронет, как не в Санкт-Петербургском английском отеле, в самом "английском" районе Санкт-Петербурга? Не была ли супруга вышеупомянутого английского предпринимателя той самой *old landlady Mrs Wilson*, организовавшей английский пансион в своем доме на Галерной улице? К сожалению, небольшая (длиной чуть более 1 км) Галерная улица за свою более чем трехсотлетнюю историю неоднократно переименовывалась и изменяла нумерацию домов. Так, на подробном плане Санкт-Петербурга генерал-майора Шуберта, сделанном в 1828 г., всего за 9 лет до издания адресной книги К.М. Нистрема, для Галерной улицы (как и для соседней с ней Английской набережной) приведена принципиально иная (трехзначная) нумерация домов [18].

**Вильсонъ, Джонъ, иностр. гость, по Галер. ул.
№ 74.— 1 ч. 4 кв. № 216. Фирма: Вильсонъ и К.**

Рис. 3. Адрес иностранного гостя Вильсона [7, с. 1306].

Fig. 3. The address of the foreign guest's Wilson [7, p. 1306].

**Вильсонъ, Джонъ, Фирма Вильсонъ и Комп., по
Англииск. набер. № 37.**

Рис. 4. Адрес владельца фирмы "Вильсон и К" [7, с. 1417].

Fig. 4. The address of the owner of the company "Wilson and K" [7, p. 1417].

Н.И. Кокшаров, возможно, ошибочно в своих воспоминаниях указывал, что "...Мурчисон и де-Вернель...остановились на Галерной, в меблированных комнатах, содержащих англичанкой Гауварт..." [5, с. 11]. В указанном издании адресной книги, как и в более позднем [1], подобных меблированных комнат не значится.

ВЫВОДЫ

Сопоставление неоднократно опубликованных маршрутов экспедиции Р. Мурчисона и тех данных, которыми не только располагал, но и проанализировал Л. фон Бух, делает убедительным утверждение, что маршрут Мурчисона был во многом продиктован как данными самого Буха, так и данными русских геологов, полученными при сборе материала для Буха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрес-календарь санктпетербургских жителей, составленный по официальным документам и сведениям К. Нистремом. Указатель города Санктпетербурга. СПб., 1844. Т. 1. 300 с.
2. *Ваксман С.И.* Вся Земля, или Записки о Родерике Мэрчисоне, короле Пермском, Силурийском и Девонском. Пермь: Продюсерский центр "ИЮЛЬ МЕДИА", 2008. 381 с.
3. Иностранцы члены Российской академии наук XVIII–XXI вв. Геология и горные науки // отв. ред Малахова И.Г. М.: Наука, 2012. 504 с.
4. *Кокшаров Н.И.* Геогностические замечания о некоторых губерниях Европейской России // Горн. журн. 1840. Ч. 4, кн. 11. С. 143–154.
5. *Кокшаров Н.И.* Воспоминания Николая Ивановича Кокшарова // Русская старина. Т. 66. 1890. С. 1–23.
6. *Логонова М.Н., Войтеховский Ю.Л., Котова Е.Л.* К 250-летию А. фон Гумбольдта и 190-летию его путешествия по России // Записки Российского Минералогического общества. 2019. Ч. СXLVIII. № 6. С. 85–97.
7. *Нистрем К.М.* Книга адресов Санкт-Петербурга. Типография III Отдел. Соб. Е. И. В. Канцелярии. СПб., 1837. 1464 с.
8. *Самарский-Быховец Василий Евграфович* // Русский биографический словарь. 1904. Т. 18. С. 147.
9. *Соколов Д.И.* О горных формациях России (L. Buch. Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland. Berlin. 1840) // Горн. журнал. 1840. № 11. С. 154–203.
10. *Тихомиров В.В.* О региональных исследованиях русских геологов в середине XIX в. // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 3–45.
11. *Филатов В.В.* История горного дела на Урале // Известия Уральского государственного горного университета. 2018. Вып. 1 (49). С. 129–132.
12. *Чувашов Б.И.* Урал и Екатеринбург глазами иностранца в середине XIX века // Вестник Пермского университета. Геология. 2010. Вып. 1. С. 79–89.
13. *Чупин Н.К.* Геологическое путешествие по России Мурчисона // Казанск. губ. ведомости. 1846. № 11–17.
14. *Шатский Н.С., Яншин А.Л.* Портреты геологов. М.: Наука, 1986. 304 с.
15. *Auerbach J., Frears H.* Notices sur quelques passages de l'ouvrage de mm. R. Murchison, E. de Verneuil et le comte A. de Keyzerling: 'Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural' // Bull. Soc. natur. Moscou. 1846. Т. 19. № 1. P. 486–500.
16. *Geikie A.* Life of Sir Roderick I. Murchison. I. London: John Murray, V. I–I. 1875. P. 436.
17. *Rudwick M.* The Great Devonian controversy. The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists/ Chicago and London: The University of Chicago Press, 1985. P. 493.
18. Подробный план столичного города Ст.Петербурга генерал-майора Шуберта в масштабе 1 : 4200. СПб., 1828.

About the Background of the Expedition of R. Murchison to Russia

M. G. Tsinkoburova*

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

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

The article is devoted to some new facts about the expedition of R. Murchison - E. Verneuil in the European part of Russia. The most valuable historical sources testing to the peculiari-

ties of the development of geology of that time are the Memories by N.I. Koksharov and the monograph by A. Geikie. The analysis of a fragment of Murchison's letter (the discovery in Geikie's monograph) made it possible to recognize addresses related to Murchison in St. Petersburg. As one of the motivations for Murchison's expedition to Russia, the similarity of the Paleozoic sections of the European part of Russia and Great Britain is pointed in all literary sources. At the first time, L. von Buch had pointed out this similarity to Murchison. L. von Buch had rather carefully familiarized himself with paleontological collections of the Paleozoic and Mesozoic deposits of the European part of Russia. However, the history of formation of Russian paleontological collections for L. von Buch has not been discussed anywhere. The archival materials studied by the author reveal new data about history of the paleontological collection of L. von Buch collected from Russian localities.

Keywords: Murchison, Koksharov, L. von Buch, Helmersen, geological expedition, paleontological collections, Old Red Sandstone

REFERENCES

1. Adres-kalendar' sanktpeterburgskih zhitelej, sostavlennyj po oficial'nym dokumentam i svedeniyam K. Nistremom. Ukazatel' goroda Sanktpeterburga. SPb., 1844. T. 1. 300 s.
2. Vaksman S.I. Vsa Zemlya, ili Zapiski o Roderike Merchisone, korole Permskom, Silurijskom i Devonskom. Perm': Prodyuserskij centr "IYuL' MEDIA", 2008. 381 s.
3. Inostrannye chleny Rossijskoj akademii nauk XVIII–XXI vv. Geologiya i gornye nauki // otv. red Malahova I.G. M.: Nauka, 2012. 504 s.
4. Koksharov N.I. Geognosticheskie zamechaniya o nekotoryh guberniyah Evropejskoj Rossii // Gorn. zhurn. 1840. Ch. 4, kn. 11. S. 143–154.
5. Koksharov N.I. Vospominaniya Nikolaya Ivanovicha Koksharova // Russkaya starina. T. 66. 1890. S. 1–23.
6. Logunova M.N., Vojtehovskij Yu.L., Kotova E.L. K 250-letiyu A. fon Gumbol'dta i 190-letiyu ego puteshestviya po Rossii // Zapiski Rossijskogo Mineralogicheskogo obshhestva. 2019. Ch. CXLVIII. № 6. S. 85–97.
7. Nistrem K.M. Kniga adresov Sankt-Peterburga. Tipografiya III Otdel. Sob. E. I. V. Kancel'yarii. SPb., 1837. 1464 s.
8. Samarskij-Byhovecz Vasilij Evgrafovich // Russkij biograficheskij slovar'. 1904. T. 18. S. 147.
9. Sokolov D.I. O gornyh formacijah Rossii (L. Buch. Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland. Berlin. 1840) // Gorn. zhurnal. 1840. № 11. S. 154–203.
10. Tihomirov V.V. O regional'nyh issledovaniyah russkih geologov v seredine XIX v. // Oчерки po istorii geologicheskikh znanij. Vyp. 3. M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. S. 3–45.
11. Filatov V.V. Istoriya gornogo dela na Urale // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. 2018. Vy'p. 1 (49). S. 129–132.
12. Chuvashov B.I. Ural i Ekaterinburg glazami inostrancza v seredine XIX veka // Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya. 2010. Vyp. 1. S. 79–89.
13. Chupin N.K. Geologicheskoe puteshestvie po Rossii Murchisona // Kazansk. gub. vedomosti. 1846. № 11–17.
14. Shatskij N.S., Yanshin A.L. Portrety geologov. M.: Nauka, 1986. 304 s.
15. Auerbach J., Frears H. Notices sur quelques passages de l'ouvrage de mm. R. Murchison, E. de Verneuil et le comte A. de Keyzerling: 'Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural' // Bull. Soc. natur. Moscou. 1846. T. 19. № 1. P. 486–500.
16. Geikie A. Life of Sir Roderick I. Murchison. I. London: John Murray. V. I–I. 1875. P. 436.
17. Rudwick M. The Great Devonian controversy. The Shaping of Scientific Knowledge among Gently Specialized/ Chicago and London: The University of Chicago Press, 1985. P. 493.
18. Podrobnij plan stolichnogo goroda St.Peterburga general-majora Shuberta v masshtabe 1 : 4200. SPb., 1828.

О КОНФЛИКТЕ Э.В. ТОЛЛЯ И Н.Н. КОЛОМЕЙЦЕВА ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕДИЦИИ ДЛЯ ПОИСКА ЗЕМЛИ САННИКОВА

© 2022 г. Н. Г. Сухова*

*Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия*

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

Поступила в редакцию 01.05.2022 г.

После доработки 26.05.2022 г.

Принята к публикации 06.06.2022 г.

Отношения между начальником экспедиции для поиска “Санниковой земли” Э.В. Толлем и командиром шхуны “Заря” Н.Н. Коломейцевым, почти с самого начала экспедиции (1900 г.), складывались не лучшим образом. Завершились эти отношения конфликтом, в результате которого Коломейцев подал рапорт об отставке, а Толль не только принял этот рапорт, но и нашел благовидный предлог, для того, чтобы расстаться с опытным командиром яхты. Это событие стало несомненно одной из причин гибели Толля.

Ключевые слова: Э.В. Толль, Н.Н. Коломейцев, экспедиция на шхуне “Заря”, Земля Санникова

DOI: 10.31857/S0869607122030089

Идея “Санниковой земли” появилась в 1810-х гг. благодаря промышленнику Я. Санникову. Во время экспедиции М.М. Геденштрома, когда была описана целая группа островов, получивших затем название Новосибирских, Я. Санников видел, как ему казалось, землю к северо-западу от о-ва Новая Сибирь и к северо-востоку от о-ва Фаддеевский. Об этих землях М.М. Геденштром сообщил в своем отчете об экспедиции и поместил их на карте, приложенной к этому отчету. Сведения о земле, открытой Санниковым, широко распространились в России в XIX в., хотя П.Ф. Анжу, участник экспедиции Ф.П. Врангеля (1820–1824 гг.), пришел к выводу, что к северу от Новосибирских островов нет земли, и путешественники в полярных морях видят только миражи.

В 1880-х гг. Э.В. Толль, побывав во время экспедиции на Новосибирских островах, как ему показалось, тоже увидел “Землю Санникова”, и с тех пор мечтал отправиться ее исследовать. Эту идею поддержала Петербургская Академия наук. Об экспедиции Толля опубликовано немало работ. В основе большинства из них книга лежит П.В. Виттенбурга [2]. В распоряжении Виттенбурга был дневник, который вел Толль во время экспедиции, а также материалы, которые ему прислали из Эстонии вдова Толля и А.А. Бунге (руководитель новосибирской экспедиции в 1885–1886 гг.). Для своей книги Виттенбург использовал также сведения из рукописи В.С.Кривенко, сохранившейся в архиве РАН. Экспедиции Толля посвящена также публикация автора этой статьи [4]. Но в этих работах не нашли отражения отношения между Э.В. Толлем и командиром шхуны (яхты) “Заря”, на которой Э.В. Толль отправился на поиски “Земли Санникова. Эти отношения и рассматриваются в настоящей статье.

В конце сентября 1900 г. Э.В. Толль отметил в своем дневнике: “Угольный вопрос становится жгучим; на будущий год у нас останется угля только на 20 дней плавания, т.е. едва до Земли Санникова и ни шагу дальше” [5, с. 60]. А 6/18 января 1900 г. записал: “Наконец, договорились! К общему удовольствию угольный вопрос решен!” И на следующий день Толль познакомил командира “Зари” Н.Н. Коломейцева с планом решения этой проблемы. Тот должен был в первый день появления солнца отправиться на реку Хатангу, а затем к рекам Енисею и Лене для организации угольных складов в гавани Диксона и на острове Котельном. Командование “Зари” Толль передал лейтенанту Ф.А. Матисену.

На первый взгляд не произошло ничего особенного: начальник экспедиции дает важное поручение одному из ее участников. Но Толль поручил это дело опытному командиру яхты “Заря”, который до тех пор успешно справлялся со всеми сложностями плавания по Ледовитому океану. На странность такой ситуации обратил внимание уже В.С. Кривенко (автор первой биографии Э.В. Толля).¹ “Для лиц, знакомых с военно-морской психологией не может показаться нормальным снятие во время незавершенного рейса капитана судна — писал Кривенко. — Невольно закрадывается мысль о конфликте между двумя хозяевами [так — *Н.С.*] на одном судне, обладающими при этом самостоятельными характерами”.² Своему предположению Кривенко не нашел подтверждения ни в отчетах участников экспедиции, ни в дневнике Толля; сведения о конфликте отсутствуют и в протоколах Комиссии Русской полярной экспедиции (РПЭ). Однако сохранились письма Толля и Коломейцева, свидетельствующие о том, что о конфликте знали и президент Академии наук, и секретарь РПЭ.³

Прежде чем познакомиться с содержанием этих писем, следует напомнить историю приглашения Коломейцева в экспедицию Толля для поиска “Санниковой земли”.

Э.В. Толль долго искал спутников для своей экспедиции и получал много предложений. Но задача выбора участников экспедиции по Ледовитому океану была сложна. Многие энтузиасты реально не представляли себе трудностей, которые ожидали их в полярных областях, а другие не имели возможности надолго освободиться от службы, или подходящего характера и состояния здоровья.

5 мая 1899 г. Э.В. Толль познакомился с морским офицером Николаем Николаевичем Коломейцевым и предложил ему принять участие в экспедиции для поиска “Санниковой земли”. Н.Н. Коломейцев (1867—1944) к этому времени уже был опытным морским офицером и к тому же в 1893 г. участвовал в экспедиции к устью Енисея [3, с. 162]. Его заинтересовало это предложение, однако тогда он еще не знал, какое получит назначение по службе. Об этом можно узнать из письма Коломейцева, написанного 26 мая 1899 г. в ответ на письмо Толля с приглашением в экспедицию. Коломейцев сообщал, что назначен на постройку крейсера “Варяг” в Филадельфию и должен туда отправиться 1 июня. Он писал: “я считаю честью для себя участвовать в Вашей экспедиции, и на меня Вы в любой момент можете рассчитывать. Боюсь только, что мое отсутствие даст право морскому министру отклонить Ваше ходатайство о моем прикомандировании, впрочем, все дело в Ваших руках”.⁴

Толль не сразу предпринял необходимые шаги. 23 августа 1899 г. морской министр сообщил президенту Академию наук, что офицеры и нижние чины могут быть назна-

¹ В.С. Кривенко был сотрудником созданной в 1925 г. при Академии наук Якутской комиссии. Собирая материалы об исследователях Якутии, он особое внимание уделил сведениям о Толле. На основе дневника Толля, опубликованного в 1909 г. в Берлине его женой Эвелиной Толль и писем А.А. Бунге, присланных в Якутскую комиссию, а также материалов академического архива, Кривенко написал биографию Толля. Рукопись Кривенко не была опубликована, но ею пользовался П.В. Виттенбург — автор единственной до сих пор книги о Толле [2].

² СПФ АРАН. Ф. 47. Оп. 2. № 102. Л. 148.

³ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 39. Л. 23—27; № 64. Л. 66—80.

⁴ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 8. Л. 39 об.

чены в экспедицию, и спрашивал, кого из офицеров Академия желала бы иметь.⁵ Но в начале октября в письме к Ф. Нансену Толль отметил, что вопрос еще не решен [6].

Но, когда наступила осень, а подходящего кандидата найти все еще не удалось, Толль обратился к непремемному секретарю Академии наук с просьбой “снести с морским министром”, чтобы тот разрешил освободить Коломейцева от его обязанностей в Филадельфии. Дата этого обращения неизвестна, но 22 октября в Филадельфию пришла телеграмма: “Возвратить немедленно лейтенанта Коломейцева в Петербург для назначения командиром экспедиции на Санниковы острова. Путевые издержки будут возмещены Академией”.⁶ А вскоре сам Коломейцев получил телеграмму Толля с сообщением о назначении командиром яхты “Заря”, и о том, что Матисен будет его помощником. 27 октября Коломейцев писал Толлю: “Вчерашняя телеграмма Ваша, доказала мне, что Вы не забыли меня. /.../ Хотя командиру крейсера “Варяг” и стало известно о моем согласии, но он так был уверен, что меня не отпустят к Вам, что и я, не получая от Вас известий, тоже думал, что об участии моем в экспедиции нечего и думать. /.../ Повторяю еще раз, что я считаю честью для себя то место, которое Вы мне предложили, и думаю, что с Божьей помощью я не заставлю Вас раскаиваться в Вашем выборе”.⁷

Судя по содержанию этого письма, Коломейцев не только радовался своему назначению, но и уже чувствовал себя членом экспедиции. Письмо характеризует его как весьма ответственного человека. Он беспокоился о том, что израсходовал деньги, полученные от морского ведомства, и расходы на его возвращение могут лечь на средства экспедиции, интересовался характеристикой экспедиционного судна, спрашивал, почему изменилась программа экспедиции, где будут пополняться запасы угля во время плавания, какими инструментами и картами сможет снабдить путешественников Гидрографический департамент. По мнению Коломейцева, несмотря на дороговизну, следовало, приобрести прибор, который “дает знать, когда судно приходит на желательную глубину”.

Коломейцев вернулся в Петербург в начале января 1900 г. и отправился в Норвегию (в Лаурвик), где участвовал в переоборудовании судна, приобретенного Толлем для экспедиции. В мае Коломейцев привел яхту “Заря” в Петербург, и она почти месяц стояла у набережной Васильевского острова. Путешественники покинули Петербург в июне. После краткой остановки в Кронштадте, обогнув Скандинавский полуостров, “Заря” достигла городка Александровск в Екатерининской гавани на Кольском полуострове. Из Екатерининской гавани судно ушло 19/31 июля 1900 г., и той же ночью Коломейцев сообщил Толлю о течи в двух местах машинного отделения. Однако Толля это не огорчило. Во всяком случае, в дневнике он отметил: “Это меня не удивляет, так как мы сильно перегружены и сидим на один фут ниже, чем полагается” [5, с. 13]. Когда же достигли острова Колгуева, оказалось, что шхуна, которая должна была доставить из Архангельска уголь, предоставленный для экспедиции морским министерством, туда еще не пришла. К мысу Гребень (остров Вайгач) шхуна могла придти только позже “Зари”. Угля на борту “Зари” было всего 300 тонн, но роковым он считал не это, а потерю времени в ожидании шхуны. По мнению Толля, добраться до мыса Челюскин следовало в 1900 г., и поэтому он решил начать плавание не дожидаясь шхуны с углем (!)

Из пролива Югорский шар Коломейцев благополучно провел “Зарю” через непредсказуемое Карское море,⁸ которое частично было покрыто льдом, а затем смог пре-

⁵ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 1. Л. 78–80.

⁶ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 8. Л. 33.

⁷ Там же. Л. 35–35 об.

⁸ В одном из своих писем из экспедиции А.А. Бялыницкий-Бируля писал: “В Карском море пришлось пробираться в густом паке, часто бывали такие минуты, когда думалось что нас затрет и придется проболтаться, как это было с “Dumphana”, целый год среди этих грязных льдин и густого тумана” [1, с. 91].

одолеть и сложнейшие ледовые условия вблизи западного берега Таймырского полуострова. Судя по содержанию отчета и дневника Толля, Коломейцев активно участвовал в делах экспедиции и на берегу, а сам Толль по разным поводам с ним часто советовался. Однако из упомянутых выше писем можно также узнать, что Толль и Коломейцев неоднократно бывали недовольны друг другом.

О своих отношениях с Коломейцевым Толль написал президенту Академии наук в отчете о деятельности экспедиции за 1900 г. По его словам: “работы экспедиции идут удовлетворительно. Единственным затруднением является личность командира “Зари” лейтенанта Коломейцева”.⁹ Затем Толль подробно рассказал о причинах, по которым отвергал разных кандидатов на должность командира “Зари”, и почему долго колебался, размышляя, пригласить ли Коломейцева. Согласно Толлю, он избрал Коломейцева только в ноябре 1899 г., так как до тех пор не смог найти никого другого, а без командира яхты нельзя было в следующем году отправиться в экспедицию. “Л[ейтенант] К[оломейцев] считался хорошим офицером и моряком, и мне он известен был как человек трезвый и исполнительный, но имеющий тяжелый характер, как единодушно свидетельствовали его товарищи. /.../ Полагаясь на кажущуюся любовь к делу и ум л-та К-ва, и ожидая от него как морского офицера дисциплинированности, я надеялся, что тяжелые черты его характера будут чувствоваться только мною, но не в делах экспедиции и потому, наконец, остановился на нем”.¹⁰ Так как сохранилась переписка Толля с Коломейцевым, можно предположить, что о подробностях приглашения Толль забыл, а о “тяжелых чертах характера Коломейцева” узнал только после личного с ним знакомства.

В качестве примера тяжелого характера Толль рассказал о том, что после того как в Александровске один матрос напился, а затем пьяные матросы устроили драку на берегу, Коломейцев считал, что в наказание следует их выпороть, так как только с помощью телесных наказаний можно справиться с таким скверным поведением нижних чинов. Но, по мнению Толля, телесные наказания унижают человеческое достоинство, поэтому пороть матросов он не разрешил. “Возмущенный грубостью и несправедливостью Коломейцева” и предполагая, что строгости его могут привести к тому, что лучшие матросы разбегутся, так как ему “известно было увеличивающееся недовольство команды против офицеров”, Толль стал размышлять, не списать ли командира с судна. Однако, принимая во внимание, что это могло случиться накануне выхода в море, а плавание только с офицерами, не побывавшими в Карском море, рискованно, Толль решил, что Коломейцев должен остаться. Толль писал президенту: “во время плавания дело шло сравнительно хорошо. Офицеры, убедившись в отличных качествах матросов, стали обращаться с ними как с людьми, о пьянстве, конечно, во время плавания не могло быть и речи. Однако при наступлении зимней ночи оказалось, что зло не вырвано с корнем и даже возросло”.¹¹

Очередной конфликт разразился в связи с организацией научных наблюдений вблизи Таймырского полуострова. Эти наблюдения должны были вести как ученые, так и морские офицеры, поэтому и судовую вахту временами пришлось бы нести штатскому лицу. Коломейцев с таким распоряжением решительно не согласился, считая, что на судне во время дежурства должен обязательно находиться он или другие морские офицеры, что “дежурство господ ученых по судну несогласно с военным морским уставом”. Толль полагал, что “отсутствие одного из офицеров в течение суток один раз в неделю не может грозить безопасности судна”.¹² Однако после бурного спора по этому поводу, Коломейцев подал Толлю рапорт, подробно объясняя свою

⁹ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп.1. № 39. Л. 23–23 об.

¹⁰ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп.1. № 39. Л. 23–23 об.

¹¹ Там же. Л. 24 об.–25.

¹² Там же. Л. 25.

позицию, и отметив, что если его доводы не убедительны, его можно отправить с Рас-торгуевым и почтой на Хатангу.

Этот рапорт чрезвычайно возмутил Толля, считавшего, что командир “Зари” не имеет права не выполнять распоряжения начальника экспедиции. Между тем, Коломейцев не только подал рапорт, но и два дня не выполнял свои обязанности командира. “После того, как все члены экспедиции единодушно растолковали ему несправедливость его поступков и неосновательность его претензий, Коломейцев пришел в мою лабораторию чтобы примириться, стараясь придать всему делу характер личной ссоры”.¹³ Толль с таким мнением не согласился. Тем более, что во время спора Коломейцев высказал мысль, которая чрезвычайно обидела Толля. “Например, согласно его собственным словам, если он найдет опасным пройти [так – *Н.С.*] через льды к берегам Санникова и Беннета или же там зимовать, то он, помимо моего приказа, считает себя вправе повернуть обратно”.¹⁴ В этих словах Толль, почувствовал сомнение в возможности найти землю Санникова. Вероятно, обида и продиктовала Толлю в письме к президенту слова о том, что Коломейцев “не имеет тех необходимых основ, без которых исполнение задач экспедиции немыслимо, а именно: дисциплинированность, понимание своих обязанностей и любовь к делу”, что он придерживался “только узко спортивных взглядов на экспедицию”.¹⁵ По мнению Толля, причиной недисциплинированности Коломейцева было “его болезненное самолюбие”, и это может проявиться во “вредной для экспедиции угрозе”. Конечно, Толль знал, что неправ, но не смог справиться с вполне понятным раздражением. В заключение письма он отметил, что Коломейцев до сих пор “хорошо выполнял свои обязанности, но не является незаменимым”, поэтому вместо него назначил командиром судна Ф.А. Матисена, который “имеет миролюбивый характер и опыт плавания”. Так как Коломейцеву была поручена организация угольных складов, что полезно для экспедиции, Толль предлагал считать его членом экспедиции и наградить после её окончания.¹⁶

Гораздо более подробно, чем Толль, о тех же событиях Коломейцев написал секретарю Комиссии Русской полярной экспедиции В.Л. Бианки (1 июля 1901 г., Красноярск). “Мой приезд с места зимовки, вероятно, поставил Вас в совершенную неожиданность. Из телеграммы, посланной Толлем, Вам д[олжна] быть понятна причина приезда, но почему именно моего, а не кого-нибудь другого, вот вопрос на который следует ответить”.¹⁷ И Коломейцев отвечал, подробно излагая события, происходившие с того времени, когда он стал командиром “Зари”.

Согласно Коломейцеву, с первой же встречи он обнаружил желание Толля распоряжаться не только научной частью экспедиции, но и делами на “Заре”. Поэтому Коломейцев считал, что необходима инструкция, которая определяла бы отношения между начальником экспедиции и командиром “Зари”. Такую инструкцию составил президент Академии наук, и в ней было сказано, что начальник экспедиции “распределяет все научные работы, предоставляя командиру полную свободу в управлении судном”. По мнению Коломейцева, Толлю не понравилась эта часть инструкции.

Коломейцев подробно рассказал также о причине конфликта в Александровске. Сначала он узнал о венерической болезни одного из матросов, и когда доктор это подтвердил, матроса (с разрешения Толля) он с “Зари” списал. Другой матрос напился и вел себя так, что его пришлось усмирять всей командой. Коломейцев предложил перевести этого матроса в “разряд штрафованных” (т.е. таких, которые могут быть подвергнуты телесному наказанию). Но Толля возмутило такое “поругание человеческого

¹³ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 39. Л. 25 об.

¹⁴ Там же. Л. 25.

¹⁵ Там же. Л. 26.

¹⁶ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 39. Л. 27.

¹⁷ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 64. Л. 66.

достоинства”, и тогда Коломейцев (также с согласия Толля) этого матроса тоже списал на берег. Однако, на следующий день напилась вся команда и устроила драку на берегу. Толль был очень взволнован и даже спрашивал Коломейцева, что же случилось. И тогда Коломейцев ему сказал: “для человека с достоинством случилась очень печальная история, а для нашего матроса самая обыкновенная вещь, и что он (Толль) горько ошибается, говоря, что они такие люди, как мы, что они наши друзья и т.д., словом “равенство, братство и свобода””. Драка, по мнению Коломейцева, свидетельствовала как раз о том, что разница между офицерами и матросами существует. Услышав такое мнение, Толль “вышел из себя” и предложил Коломейцеву уехать, о чем тотчас собирался сообщить президенту Академии наук. Коломейцев на это ответил, что “уехать готов, но менять свои взгляды не намерен”.¹⁸ В письме к Бианки он отметил: “хотя я и чувствовал неудобство совместного служения, но крепился, так как еще в СПб считал свой отъезд возможным, но никак не накануне выхода из последнего порта. Своим же предложением он развязывал меня, и я с радостью принимаю его отказ”. Однако на следующий день к Коломейцеву пришли лейтенанты Матисен и Колчак с просьбой “уладить это дело”. После долгих колебаний Коломейцев согласился “уладить”, но потребовал, чтобы Толль перед ним извинился в присутствии офицеров, а на общем собрании команды предложил матросам “дать клятву /.../, что они будут вести себя так, что мер строгости совсем не придется применять”. Команда слово дала и во время плавания “вела себя выше всяких похвал”.¹⁹

Писал Коломейцев и о том, как беспокоила его проблема угля для “Зари”, что он “в самом начале плавания предчувствовал угольный кризис”.²⁰ Но предложения Коломейцева о том, чтобы послать кого-нибудь из лейтенантов из Александровска в Архангельск, чтобы проследить за доставкой угля в Югорский шар, Толль не принял. Шхуна с углем туда вовремя не пришла, и Толль решил отправиться в Карское море, не дожидаясь шхуны, несмотря на возражения Коломейцева. “Я говорил ему опять, что без угля идти нельзя, но т. к. он приказал идти, то я и повиновался, записав [этот] факт в вахтенный журнал”.²¹

Рассказал Коломейцев и о том, что когда “Заря” остановилась на зимовку вблизи Таймырского полуострова, Толль собрался отправиться для исследований к озеру Есей, и на время своего отсутствия передать Коломейцеву руководство экспедицией. При этом Толль сказал, что если не вернется, считать его погибшим, но все же продолжать плавание к Санниковой земле. Коломейцев смог отговорить Толля от этой идеи, полагая, что Академия “даже при благоприятном результате поездки, отнесется [к такому поступку] неодобрительно”.²² В своем дневнике об этой идее Толль упомянул лишь в неявной форме: “Придется отставить мою поездку на Хатангу! Предпринять эту поездку казалось мне необходимым с двух точек зрения: 1) надо отправить письмо президенту Академии наук, чтобы возбудить вопрос о угольной базе на Котельном и 2) надо использовать возможность объехать восточную часть Таймырского полуострова на всем его протяжении. В тоже время мне представляется рискованным покинуть “Зарю”, нет уверенности в том, что здесь все будет протекать благополучно и неизвестно, как сложится в мое отсутствие работа на зимовке” [5, с. 69].

Кроме того, Толль просил Коломейцева найти двух охотников, которые согласились бы дойти до Хатанги, чтобы отправить в Россию сообщение о том, что на “Заре” осталось всего 107 т угля. Предпринять это опасное путешествие вызвался только Колчак. Но его одного к Хатанге Толль отправить не решился.

¹⁸ Там же. Л. 70–70 об.

¹⁹ Там же. Л. 71–72.

²⁰ Там же. Л. 66.

²¹ Там же. Л. 72 об.

²² Там же. Л. 72 об.–73.

Описал Коломейцев и ссору по поводу дежурств во время зимовки. По его словам, он сам предложил, чтобы в научных наблюдениях принимал участие не только ученые, но и морские офицеры. Когда наблюдения велись на “Заре”, Коломейцев всегда находился на борту и следил за порядком на судне. Но когда наблюдения было решено перенести на остров, он попросил Толля, чтобы на борту “Зари” во время дежурства ученых, всегда оставляли или его, или одного из его помощников, полагая, что нельзя яхту оставлять на попечение штатских людей. По словам Коломейцева, “Толль очень резко отказал. Когда я сослался на инструкцию и устав [морской], он ответил, что инструкция была в силе “там”, а теперь его желание и есть инструкция, и порядок на судне будет не по уставу, а как он прикажет”. Тогда Коломейцев сказал, что Толль ставит его в такое положение, что он не сможет продолжать службу, и так как весной собирается отправить Расторгуева с почтой, то может отправить и его: “Словом разрыв полный”.²³

Все же затем во время дежурств, продолжая вести наблюдения на острове, один из лейтенантов всегда находился на “Заре”. Это было утомительно, но Коломейцева такая ситуация устраивала. Однако в январе он получил распоряжение Толля отправиться к Хатанге, а оттуда добраться до Енисея, чтобы затем организовать угольные станции как в гавани Диксон, так и на Котельном острове.

Согласно инструкции Толля, Коломейцев в сопровождении С. Расторгуева (которому поручалось доставить почту экспедиции в Диксон, а затем почту привезти на “Зарю”) должен был ехать на собаках (на одной нарте) к устью реки Таймыры, подняться вдоль этой реке до Таймырского озера, а оттуда направиться к Хатанге. По пути следовало вести съёмки и астрономические наблюдения, что будет содействовать уточнению существующей карты. Толль полагал, что на собаках можно быстро добраться до Хатанги, проходя по тундре в сутки 30 верст в день.²⁴

Коломейцев рассказал Бианки о трудностях, которые испытал во время двух своих поездок в поисках устья Таймыры, об ошибочности карты побережья Таймырского полуострова и о результатах своих наблюдений. Упомянул он и о том, что перед второй поездкой Толль предлагал ему, в случае невозможности ехать на собаках, “бросить все и идти пешком. Причем меня упрекали в отсутствии самоотвержения, любви к делу и дисциплинированности”. А после второй неудачной поездки (с точки зрения определения положения устья Таймыры) Толль предлагал ему “искать самоедов по тундре”. Коломейцев назвал эти требования несообразными, справедливо полагая, что “главная причина это желание удалить меня с “Зари”, а угольный вопрос поручен мне как благовидный предлог”.²⁵

После двух неудачных попыток найти устье Таймыры, Коломейцев решил ехать на запад морем на санях к селению Гальчиха в низовьях Енисея. Так как он получил меньше собак, чем требовалось, пришлось “бросить на льду все консервы, взять с собой сухари и чай. 10 дней меня провожал Бируля, и я питался с его нарты, а потом все время шел в лямках на пище Св. Антония и через 40 дней (14 мая) достиг Гальчихи при полном истощении сил и провизии. Убитые мною /.../ медведь и олень вывели меня из критического положения”.²⁶

Познакомив Бианки с тем, как обстоят дела с доставкой угля в Диксон и состоянии переговоров о доставке угля на о-в Котельный, Коломейцев отметил: “Засим, познакомив Вас с положением дела, я, конечно об отношениях с Толем [так — *Н.С.*] пишу Вам частным образом, хотя и предупреждаю, что из этого секрета делать не намерен, и если Великий князь спросит об этом, я ему расскажу”.²⁷

Коломейцев не только справился со всеми трудностями путешествия по тундре, которые ему пришлось преодолевать, прежде чем он смог добраться до устья Енисея.

²³ СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 64. Л. 74 об. 75.

²⁴ Инструкция сохранилась: СПФ АРАН. Ф. 14. Оп. 1. № 39. Оп. Л. 18–21.

²⁵ Там же. Л. 76.

²⁶ Там же. Л. 77 об.

²⁷ Там же. Л. 81.

Обнаружив ошибочность существовавших карт полуострова и отсутствие устья Таймыры на том месте, где его изображали, Коломейцев сделал важные географические открытия — нашел неизвестный до того залив и значительную реку (которую Толль в дневнике назвал его именем). Затем Коломейцев быстро организовал склад угля на Диксоне и выяснил как возможности, так и трудности, которые пришлось бы преодолеть для доставки угля на остров Котельный.

Итак, судя по содержанию писем, конфликт стал следствием несовместимости характеров Э.В. Толля и Н.Н. Коломейцева. Толль — нервный, упрямый, неблагодарный. В.С. Кривенко, который в биографическом очерке отметил блестящие качества Толля как полярного исследователя, познакомившись с его дневником, называл Толля идеалистом и обратил внимание на то, что у него была расшатана нервная система.²⁸ Коломейцев имел твердый характер морского офицера, был весьма ответственным и настойчивым человеком. Толля раздражали убеждения Коломейцева, которые он рассматривал как грубость, а Коломейцева — либерализм и определенная безответственность Толля. Собственно говоря, понять можно того и другого, но очевидно, что во время длительной и сложной экспедиции, раздражение накапливается, а это плохо отражается на настроении и отношениях.

Коломейцев был не прав, когда спорил с Толлем, во время последней стоянки, по поводу необходимости постоянного пребывания на борту “Зари” морских офицеров. По морскому уставу это требуется в любом порту. Но речь шла о безлюдной полярной местности, где на сотни километров не было никого, кроме членов экспедиции. Во всяком случае, этот спор не должен был завершиться таким резким рапортом, какой подал Коломейцев.

Академию наук упрекали за то, что она “пожалела денег” для решения угольной проблемы. Между тем, ее решение требовало не только денег: не было известно, когда и каким образом склад на Котельном острове мог быть организован, и смогли бы им воспользоваться участники экспедиции. Вполне резонным было решение комиссии РПЭ прекратить экспедицию. И о доводах комиссии Толля своевременно известили.

Тогда как идея Толля отправиться на остров Беннетта была продиктована представлениями о том, что он не выполнил основную задачу экспедиции. И вместе с тем, судя по записям в дневнике, Толлю не хотелось отправляться на остров и тем более там зимовать. Собственно, можно предположить, что отчаяние и послужило основной причиной гибели Толля. Может быть, если бы командиром “Зари” оставался Коломейцев, он либо сумел бы отговорить Толля от его идеи, или смог бы довести “Зарю” до острова Беннетта в назначенный срок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бялыницкий-Бируля А.А.*: письма из Русской полярной экспедиции // Историко-биологические исследования. 2014. Т. 6. № 1. С. 84–97.
2. *Виттенбург П.В.* Жизнь и научная деятельность Э.В. Толля. М., Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960.
3. История гидрографической службы российского флота / Отв. ред. А.А.Комарицын [в 4 т.]. СПб.: ГУНиО МО РФ, 1997.
4. *Сухова Н.Г.* Комиссия по снаряжению Русской полярной экспедиции (Экспедиция для поиска земли Санникова под руководством Э.В. Толля) // Комиссии Академии наук в XVIII–XX веках: Исторические очерки. СПб.: Нестор-История, 2013. С. 170–219.
5. *Толль Э.В.* Плавание на яхте “Заря”. М.: Госуд. изд. геогр. литературы, 1959. 464 с.
6. St. Petersburg, 7/19. Oktober 1899 // NB Oslo, Nansen papers. No. 48.

²⁸СПФ АРАН. Ф.47. Оп. 2. № 102. Л. 351–351 об.

About the Conflict of E.V. Toll and N.N. Kolomeitsev During the Expedition to Search for Sannikov Land

N. G. Suhova

*Saint Petersburg branch of S.I.Vavilov Institute of History of Science and Technology,
Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*

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

Relations between the head of the expedition to search for the “Sannikova Land” E.V. Toll and the commander of the schooner (yacht) “Zarya” N.N. Kolomeitsev, almost from the very beginning of the expedition (1900), did not develop in the best way. These relations ended in a conflict, as a result of which Kolomeitsev submitted a letter of resignation, and Toll not only accepted this report, but also found a plausible excuse to part with the experienced yacht commander. This event was undoubtedly one of the reasons for the death of Toll.

Keywords: E.V. Toll, N.N. Kolomeitsev, expedition on the schooner Zarya, Sannikov Land

REFERENCES

1. A.A. Byalyniczkiy-Birulya: pis'ma iz Russkoj polyarnoj ekspedicii // Istoriko-biologicheskie issledovaniya. 2014. T. 6. № 1. S. 84–97.
2. Vittenburg P.V. Zhizn' i nauchnaya deyatel'nost' E.V. Tollya. M.,L.: Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1960.
3. Istoriya gidrograficheskoy sluzhby rossijskogo flota/ Otv. red. A.A.Komaricyn [v 4 t.]. SPb.: GUNiO MO RF, 1997.
4. Suhova N.G. Komissiya po snaryazheniyu Russkoj polyarnoj ekspedicii (Ekspediciya dlya poiska zemli Sannikova pod rukovodstvom E.V.Tollya) // Komissii Akademii nauk v XVIII–XX vekah: Istoricheskie ocherki. SPb.:Nestor-Istoriya, 2013. S. 170–219.
5. Toll' E.V. Plavanie na yahte “Zarya”. M.: Gosud. izd. geogr. literatury, 1959. 464 s.
6. St. Petersburg, 7/19. Oktober 1899 // NB Oslo, Nansen papers. No. 48.

**ПЕРВЫЙ СЪЕЗД РОССИЙСКОЙ АССОЦИАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
ГИМАЛАЕВ И ТИБЕТА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, 23–24 НОЯБРЯ 2021 ГОДА)**

© 2022 г. Л. Я. Боркин^{а, *}, Ю. В. Ефремов^{б, **}

^а*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия*

^б*Краснодарское региональное отделение РГО, Краснодар, Россия*

**E-mail: Leo.Borkin@zin.ru*

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

Поступила в редакцию 25.04.2022 г.

Принята к публикации 14.05.2022 г.

DOI: 10.31857/S0869607122030041

Каракорум–Гималаи и Тибет с давних времён привлекают внимание исследователей и путешественников многих стран. Изучение этих обширных горных регионов проводится в России, начиная с XVIII в. Многочисленные экспедиции в Тибет во второй половине XVIII и начале XIX вв. составили славу Русского географического общества (РГО). С 1998 г. Кубанский государственный университет совместно с Краснодарским региональным отделением РГО организовал серию экспедиций в Гималаи. С 2011 г. комплексные научные экспедиции в Западные и Центральные Гималаи, а также на юго-запад Тибета проводятся Санкт-Петербургским союзом ученых (СПБСУ) и его Центром гималайских научных исследований. В ноябре 2017 г. в РГО прошла первая всероссийская мультидисциплинарная конференция “Российские гималайские исследования: вчера, сегодня, завтра”, организованная СПБСУ при участии коллег из других организаций [3, 4, 6]. 5 марта 2019 г. в РГО состоялся Учредительный съезд Российской ассоциации исследователей Гималаев и Тибета (РАИГиТ) [1, 2].

23–24 ноября 2021 г. в Санкт-Петербурге был проведен первый съезд РАИГиТ, отложенный ранее из-за пандемии коронавируса. В программу съезда входила научная конференция “Российские исследования Гималаев и Тибета – 2021: природа и культура”, материалы которой изданы [5]. Съезд проходил в зданиях РГО, Музея антропологии и этнографии имени Петра Великого РАН (Кунсткамера) и Зоологического института РАН. В задачи съезда входило:

- показать вклад российских исследователей и путешественников в изучение Гималаев, Каракорума и Тибета;
- продемонстрировать многообразие современных научных исследований, связанных с этими регионами и проводимых российскими учеными;
- обсудить перспективы будущих исследований в Гималаях, Каракоруме и Тибете, включая подготовку и проведение комплексных научных экспедиций.

На заседаниях присутствовало более 60 человек из Санкт-Петербурга, Москвы, Краснодара, Магадана, Гродно и Ташкента. В дистанционном формате участвовали специалисты из Архангельска, Екатеринбургa, Саратова, Томска и Элисты. В целом были представлены ведущие академические институты, музеи и университеты России, в качестве соавторов – коллеги из Индии и Китая. На конференции было представлено 29 докладов, охвативших самые разные аспекты изучения Гималаев и Тибета: историю науки, этнографию, лингвистику, религиоведение, искусствоведение, ботанику, зооло-

гию, генетику, геоморфологию, озероведение, палеогеографию, микробиологию, социальную географию. Многие доклады имели междисциплинарный характер.

Открытие съезда и пленарное заседание конференции прошло 23 ноября 2021 г. в петербургской штаб-квартире РГО. Были заслушаны доклады *М.Ф. Альбедиль* (С.-Петербург) “Гималайские маршруты И.П. Минаева”, *Ю.В. Ефремова* (Краснодар) “Географические проблемы Каракорум–Гималайской горной системы”, *Т.В. Сапелко* (С. Петербург) “Палинология озер Гималаев и Тибета”, *В.А. Крыленкова* (С.-Петербург, Мюнхен) “Микробиота ледников Гималаев и Тибета”, *А.И. Когана* (Москва) “Этнические и языковые контакты в регионе верховьев Инда в дотибетскую эпоху в свете результатов новейших лингвистических исследований” и *Л.Я. Боркина, А.Н. Тихонова и Е.П. Тихоновой* (С.-Петербург) “Тибетские зоологические рисунки В.И. Роборовского, российского исследователя Центральной Азии”.

В этот же день в РГО прошло отчетно-перевыборное заседание РАИГиТ, на котором были приняты поправки к уставу и избран новый состав органов управления и контроля ассоциации сроком на 2021–2024 гг.

24 ноября конференция работала в режиме тематических секций. В здании Кунсткамеры заседала секция востоковедения. С докладами выступили *Н.Г. Альфонсо* (Москва) “Буддийская непальская живопись в собрании Государственного музея Востока”, *Ю.И. Елихина* (С.-Петербург) “Непальская скульптурная композиция с изображением лам из собрания Государственного Эрмитажа”, *Л.А. Стрельцова* (С.-Петербург) “Строительство новых культовых сооружений в Восточных Гималаях”, *В.А. Дмитриева* (С.-Петербург) “Тантрасара” Абхинавагупты: содержание, структура, цели”, *Е.А. Ренковская и А.С. Крылова* (Москва) “Коллекция манускриптов на танкри Кхубрама Кхушдиля (Химачал-Прадеш): первые результаты работы с текстами” и *А.А. Терентьев* (С.-Петербург) “30 лет публикаций о буддизме и Тибете (к юбилею первого российского буддийского издательства “Нартанг”)”.

На утреннем заседании в Зоологическом институте РАН с концептуальным докладом выступили *В.С. Артамонова, А.А. Махров, М.В. Винарский* (С.-Петербург) и *И.Н. Болотов* (Архангельск) “Роль Тибетского плато в возникновении холодноводной фауны Евразии”. Орнитологии были посвящены доклады *Е.А. Коблика и Б.И. Шефтеля* (Москва) “Осенний аспект лесной авифауны восточного макросклона Тибет-Цинхайского плато” и *К.Е. Михайлова* (Москва) “Закономерности распределения мелких певчих птиц в высоких поясах Гималаев (по результатам 7 поездок в Непал с 2005 по 2019 гг.)”. Были представлены доклады по герпетологии: *В.В. Бобров* (Москва) “Герпетологические исследования на восточных окраинах Тибета (в рамках российско-китайского сотрудничества 2011–2018 гг.)” и *Л.Я. Боркин и С.Н. Литвинчук* (С.-Петербург) “Амфибии Гималаев: зоогеографический анализ”.

Исследования млекопитающих Тибета были рассмотрены в докладах москвичей *А.А. Никольского* “Когда гималайский сурок был заперт в островном ареале Тибета”, *Н.Ю. Феоктистовой и А.В. Сурова* “В Тибет или из Тибета: происхождение двух палеарктических видов хомячков *Cricetulus longicaudatus* и *Phodopus roborovskii* по результатам филогеографического анализа и моделирования палеоареалов”, а также *Б.И. Шефтеля* “Итоги четырехлетних исследований насекомоядных млекопитающих (*Eulipotyphla*) на восточном склоне Цинхай-Тибетского плато”. Группа генетиков в составе: *К.С. Матвеева* (С.-Петербург), *А.Г. Дёмин* (Саратов), *Арвинд Шарма* (Дхарамсала, Индия) и *С.А. Галкина* (С.-Петербург) представила сообщение “Оценка популяционного разнообразия кур, разводимых населением штата Химачал-Прадеш (Индия, Западные Гималаи)”.

Комплексный характер имел доклад *Л.Я. Боркина, Г.Ф. Барышникова, С.Н. Литвинчука и Т.В. Сапелко* (С.-Петербург) “Позднеголоценовые млекопитающие и реконструкция изменений природной среды озера Ракшастал (Ланга-Цо) и его окрестностей, провинция Нгари, юго-западный Тибет”. *М.В. Винарский* выступил с докладом “Состояние изученности пресноводной малакофауны Гималаев и Тибета”.

Послеобеденное заседание в ЗИН РАН включило доклады *Ю.М. Марусика* (Магадан) “Вторая Яркендская миссия — типовые локалитеты беспозвоночных”, *Ю.В. Ефремова* “Современные геоморфологические процессы и явления в Гималайской горной стране”, *Б.К. Ганнибала* (С.-Петербург) “О фитоценотической границе в Гархвальском районе Западных Гималаев” и *Г.А. Новицкой* (Москва) “Инвазивная дендрофлора Кашмирской долины и ассортимент Могольских садов в Кашмире”. Завершили сессию дискуссионные доклады междисциплинарного характера: *А.С. Крылова* “О происхождении *seŋgətra* ‘мандарин’ в языке куллуи и других индоарийских языках” и *Е.А. Ренковской* “На стыке фольклористики и биологии: западногималайский фольклорный мотив о падающих звёздах, находимых на земле”.

На заключительном общем собрании ассоциации 24 ноября (ЗИН РАН) был подписан “Меморандум о сотрудничестве в сфере гуманитарных, социальных и естественных наук” между РАИГиТ и СПбСУ сроком на 5 лет. На этом же заседании были подведены итоги съезда и конференции, отмечен высокий научный уровень и тематическое разнообразие представленных докладов, обсуждались планы деятельности ассоциации, включая проведение экспедиций, конференций и круглых столов, международное сотрудничество, развитие сайта и др. Была выражена благодарность директору Общественного фонда “Евразийский союз ученых” А.В. Голубеву (Уральск, Казахстан) за содействие в издании сборника материалов съезда.

Более подробные сведения о съезде и его итогах размещены на сайте ассоциации <https://raigit.ru>, где в свободном доступе имеются также сборники материалов конференций 2017 и 2021 гг. [4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобров В.В.* В России создана Ассоциация исследователей Гималаев и Тибета // Социально-экологические технологии. Москва. 2019. Т. 9. № 3. С. 379–385. <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2019-9-3-379-385>
2. *Боркин Л.Я., Сапелко Т.В.* Российская ассоциация исследователей Гималаев и Тибета // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. вып. 3. С. 91–94. <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151591-94>
3. *Коблик Е.А., Боркин Л.Я.* Всероссийская научная конференция “Российские гималайские исследования: вчера, сегодня, завтра” // Зоологический журнал. 2019. Т. 98. № 1. С. 108–110. <https://doi.org/1134/S0044513419010124>
4. Российские гималайские исследования: вчера, сегодня, завтра / Под ред. Л.Я. Боркина. Санкт-Петербург: Европейский Дом, 2017. 241 с.
5. Российские исследования Гималаев и Тибета – 2021: природа и культура / Под ред. Л.Я. Боркина. Санкт-Петербург, Европейский Дом, 2021. 103 с.
6. *Сапелко Т.В.* Первая конференция “Российские гималайские исследования: вчера, сегодня, завтра” // Известия Русского географического общества. 2018. Т. 150. вып. 4. С. 86–88.

The First Congress of the Russian Association of Reseachers of the Himalaya and Tibet (Saint-Petersburg, November 23–24, 2021)

L. J. Borkin^{1, *} and Yu. V. Efremov^{2, **}

¹*Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia*

²*Krasnodar regional branch of Russian Geographical Society, Krasnodar, Russia*

*E-mail: Leo.Borkin@zin.ru

**E-mail: efremov_kubsu@mail.ru

REFERENCES

1. Bobrov V.V. V Rossii sozdana Associaciya issledovatelej Gimalaev i Tibeta // Social'no-ekologicheskie tehnologii. Moskva. 2019. T. 9. № 3. S. 379–385. <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2019-9-3-379-385>

2. Borkin L.Ya., Sapelko T.V. Rossijskaya asociaciya issledovatelej Gimalaev i Tibeta // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 2019. T. 151, vyp. 3. S. 91–94. doi: <https://doi.org/10.31857/S0869-6071151591-94>
3. Koblik E.A., Borkin L.Ya. Vserossijskaya nauchnaya konferenciya “Rossijskie gimalajskie issledovaniya: vchera, segodnya, zavtra” // Zoologicheskij zhurnal. 2019. T. 98. № 1. S. 108–110. <https://doi.org/1134/S0044513419010124>
4. Rossijskie gimalajskie issledovaniya: vchera, segodnya, zavtra / Pod red. L.Ya. Borkina. Sankt-Peterburg: Evropejskij Dom, 2017. 241 s.
5. Rossijskie issledovaniya Gimalaev i Tibeta – 2021: priroda i kul'tura / Pod red. L.Ya. Borkina. Sankt-Peterburg, Evropejskij Dom, 2021. 103 s.
6. Sapelko T.V. Pervaya konferenciya “Rossijskie gimalajskie issledovaniya: vchera, segodnya, zavtra” // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 2018. T. 150, vyp. 4. S. 86–88.