

В.А. ПРЕЛОВСКИЙ*, И.В. ФЕФЕЛОВ**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, amadeo81@mail.ru

**Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета,
664011, Иркутск, ул. Ленина, 3, Россия, fefelov@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ НА ЖИВОТНОЕ НАСЕЛЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Проанализировано влияние многолетних и сезонных колебаний уровня воды оз. Байкал на видовое разнообразие околоводных и водоплавающих позвоночных животных, их плотность населения и успешность размножения, выявлено отрицательное воздействие, а также изменение кормовой специфики и поведенческой адаптации видов. Животное население прибрежных экосистем Байкала во многом уникально и специфично, вследствие чего некоторые аспекты его адаптации к многолетним колебаниям уровня воды неповторимы. Также выполнен анализ данных об изменениях численности и пространственном размещении наземных позвоночных животных в зависимости от понижения или повышения уровня воды. Выявлена роль строительства Иркутской ГЭС в изменении структуры населения и динамике численности позвоночных животных. Установлено, что в гнездовых популяциях водоплавающих птиц, населяющих дельту р. Селенги, скорость роста уровня воды, превышающая 1–2 см/день, вызывает значительное повышение гибели гнезд и яиц. Продолжительное маловодье, охватившее около 20 лет, привело к снижению численности ряда водоплавающих птиц, чайковых и куликов, которые до того оставались многочисленными. Собрана и проанализирована информация о распространении и особенностях экологии более 120 видов позвоночных животных, постоянно или сезонно обитающих на побережье оз. Байкал и ведущих водный или околоводный образ жизни. Проведено зонирование территории побережья на 10 районов с разной протяженностью, но с близкими природно-климатическими условиями. Выявлено 46 ключевых участков, которые наиболее чувствительны к колебаниям уровня воды. Для данных участков установлен видовой состав фоновых и редких видов животных, определены площади оптимального обитания животных и зоны затопления местообитаний. Приведена картографическая характеристика двух уязвимых территорий побережья Байкала.

Ключевые слова: гидрологический режим, водно-болотные угодья, адаптация животных, земноводные, птицы, млекопитающие.

V.A. PRELOVSKI*, I.V. FEFELOV**

*V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, amadeo81@mail.ru

**Research Institute of Biology, Irkutsk State University,
664011, Irkutsk, ul. Lenina, 3, Russia, fefelov@inbox.ru

INFLUENCE OF WATER LEVEL FLUCTUATIONS IN LAKE BAIKAL ON ANIMAL POPULATION OF COASTAL ECOSYSTEMS

The influence of long-term and seasonal fluctuations in the water level of Lake Baikal on species diversity of near-water and waterfowl vertebrates, their population density and breeding success is analyzed, the negative impact is revealed as well as a change in forage specificity and behavioral adaptation of species. The animal population of the coastal ecosystems of Baikal is unique and specific in many respects, as a result of which some aspects of its adaptation to long-term fluctuations in the water level are unique. An analysis was also made of data on changes in the abundance and spatial distribution of terrestrial vertebrates depending on the decrease or increase in the water level. The role of the construction of the Irkutsk hydroelectric power station in changing the structure of the population and the dynamics of the number of vertebrates is revealed. It has been established that in the nesting populations of waterfowl inhabiting the Selenga river delta, the rate of water level rise exceeding 1–2 cm/day causes a significant increase in the death of nests and eggs. Prolonged low water, which covered about 20 years, led to a decrease in the number of waterfowl, gulls and waders, which had previously remained numerous. We collected and analyzed information on the distribution and characteristics of the ecology of more than 120 species of vertebrates, permanently or seasonally living on the coast of Lake Baikal and leading an aquatic or semi-aquatic lifestyle. A zoning of the territory of the coast into 10 regions

with different lengths, but with similar natural and climatic conditions, was carried out. 46 key areas have been identified, which are most sensitive to water level fluctuations. For these sites, the species composition of background and rare species of animals was established, and the areas of optimal habitat for animals and the zones of flooding of habitats were determined. The cartographic characteristics of two vulnerable territories of the Baikal coast are given.

Keywords: hydrological regime, wetlands, animal adaptation, amphibians, birds, mammals.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительную протяженность береговой линии оз. Байкал (более 2100 км) и большого числа впадающих в него рек (более 330), благоприятных местообитаний для животных, ведущих околоводный и водный образ жизни, не так много. Это связано как со сложной орографией побережья, слабой изрезанностью береговой линии, так и с большими глубинами и температурным режимом самого озера, а также существенными климатическими различиями территории Байкала. Водно-болотные угодья занимают незначительную долю общей территории побережья озера и размещены неравномерно, что, в свою очередь, сказывается на формировании приводной фауны наземных позвоночных, чье разнообразие и численность зависят от площади и емкости местообитаний. Эти различия особенно хорошо прослеживаются между западным и восточным берегами озера. Циклические изменения гидрологического режима оз. Байкал приводят к существенным изменениям в структуре животного населения водно-болотных угодий, но многие вопросы остаются пока не изученными. В рамках статьи проведен краткий обзор влияния изменчивости уровня воды на околоводные и водоплавающие виды позвоночных животных, проанализированы многолетние данные по адаптации птиц в дельте р. Селенги, проведено зонирование территории Байкала и выявление наиболее чувствительных к колебаниям уровня воды ключевых участков водно-болотных угодий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для оценки влияния колебания уровня оз. Байкал на состояние животного мира использованы отработанные и положительно зарекомендовавшие себя методы учета различных групп наземных позвоночных животных. Авторами в разные годы (с 2001 г. по н. в. — первым автором, с 1986 г. по н. в. — вторым автором) охвачены наблюдениями практически все выделенные ключевые участки, наиболее чувствительные к колебаниям уровня воды в Байкале. Объектом исследований выступали наземные позвоночные животные трех классов: амфибии, птицы и млекопитающие, ведущие околоводный и водный образ жизни.

Учет герпетофауны проводился на учетных лентах, ширина которых равна 1 м на сильно заросших травой участках и 2 м на открытых местах [1]. Данные маршрутных учетов пересчитывались на площадь, особенно если маршрут проходит в пределах одного биотопа. Дополнительно в местах возможного или выявленного обитания, размножения или развития потомства, подверженных риску изменения уровня воды, были заложены пробные площадки размерами 5 × 5 м.

Орнитофауна изучалась с середины апреля по начало октября на маршрутных учетах, закладываемых вдоль береговой линии водоемов, с определением их протяженности и пересчетом на 10 км маршрута [2]. Результаты наблюдений и маршрутов, полученные с помощью единой методики, сравнивались с данными за определенный ряд лет и с итогами аналогичных исследований, проведенных на других территориях.

В дельте Селенги гнездовые учеты птиц проводились на постоянном полигоне площадью около 25 км² и на некоторых других участках. Полигон представляет собой одно из оптимальных мест размножения уток в дельте и в то же время достаточно типичен по набору стадий для болотно-луговой части дельты в целом. Поиск гнезд производился путем полного обследования доступной территории контрольных участков (0,7–4,8 км² в разные годы). Более подробное описание методов работы описано в [3].

Для определения численности ондатры (*Ondatra zibethicus*) и водяной полевки (*Arvicola amphibius*) проведен расчет плотности поселений на 1 га водно-болотных угодий. Места кормежек, хаток и нор закартированы с учетом их высоты над уровнем воды водоема, что в дальнейшем позволит прогнозировать вероятные изменения условий местообитаний при его колебании.

Для выявления ключевых участков, которые наиболее чувствительны к колебаниям уровня воды, и их картографирования привлекались космоснимки Landsat 5 TM, 7 ETM+ разных лет, топографические карты и карты растительности [4, 5].

**КРАТКИЙ ОБЗОР ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОВНЯ ВОДЫ
НА ОКОЛОВОДНЫЕ И ВОДОПЛАВАЮЩИЕ ВИДЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ**

Изменения уровня режима водоемов, вызванные климатическими или антропогенными факторами, оказывают негативное влияние на популяции земноводных, околородных видов птиц и млекопитающих. Сильные колебания уровня воды могут приводить к сокращению местообитаний позвоночных животных, истощению или полной утрате кормовых ресурсов, смещению сроков размножения, изменению поведенческой и физиологической адаптации. Многочисленные зарубежные исследования показывают взаимосвязь между колебаниями уровня воды в течение сезона и разнообразием животных, их плотностью населения и успешностью размножения, изменением кормовой специфики и поведенческой адаптации видов [6–10]. Выявлено, что в условиях длительного повышения уровня воды многие пластичные виды водно-околородных позвоночных животных приспосабливаются к новым условиям путем переселения на возвышенные участки суши, достройкой гнезд и хаток, увеличением концентрации пар и переходом на новые виды кормов. В то время как прямое и опосредованное влияние многолетнего понижения уровня воды приводит к более ощутимым негативным последствиям для большинства видов, связанных с водоемами. Так, при значительном иссушении водоемов происходит значительная гибель земноводных и их кладок, ухудшаются защитно-гнездовые функции биоценозов, снижается успешность размножения, происходит полная или частичная потеря кормовых ресурсов. В этих условиях большая часть птиц стремится покинуть неблагоприятный для их обитания район, нередко перемещаясь даже за пределы своего исторического ареала. Например, катастрофические засухи 1970-х гг., охватившие значительную часть Китая и Монголии, привели к массовому проникновению околородных птиц в южные районы Сибири (в том числе и на Байкал), одна часть видов в последующем закрепилась здесь, другая же после стабилизации обстановки вернулись на прежние места гнездования [11].

Для околородных видов млекопитающих (ондатра, американская норка (*Neovison vison*), речная выдра (*Lutra lutra*)) в годы колебания уровня воды отмечаются миграции как внутри водоема, так и за его пределы. Так, отмечены миграции ондатры на расстояния до 40 км, в то время как индивидуальный участок обитания не превышает 130 м [12]. Земноводные начинают осваивать новые участки водоемов, порой даже временные водоемы, образовавшиеся от таяния снега или сильных дождей, увеличивая число кладок и численность икринок. Как правило, видовое разнообразие во время колебания уровня падает, в первую очередь за счет малочисленных стенобионтных видов позвоночных животных из-за их узких пределов толерантности.

В России вопросы влияния колебания уровня воды на позвоночных животных во многих аспектах остаются слабоизученными и носят отрывочный характер. Чаще всего наблюдения связаны с изучением влияния водохранилищ на популяции наземных позвоночных животных [13–18]. Отмечается, что создание водохранилищ приводит к значительному обеднению видового разнообразия, изменению фонового состава, усилению конкуренции и хищничества, трансформации трофических связей и появлению новых видов физиологических адаптаций. Утрата типичных местообитаний животных ведет к выселению стенобионтных видов (как правило, редких и малочисленных) и расширению эвритопных видов с широкой экологической амплитудой.

Особняком стоит единственная на данный момент монография В.Г. Кривенко и В.Г. Виноградова [19], посвященная исследованию проблем многолетних изменений численности и ареалов птиц водной среды обширного региона Северного полушария. Авторами выявлены закономерности количественной и пространственной динамики населения птиц и ее сложная связь с флуктуациями климатических параметров, а также большое внимание уделено состоянию и динамике местообитаний птиц и водных экосистем в целом.

Целенаправленных исследований изменения сообществ позвоночных животных при формировании Иркутского водохранилища и повышении уровня воды в Байкале в 1950–1960-х гг. практически не проводилось. Имеются лишь некоторые сведения об исчезновении отдельных популяций длиннохвостого суслика (*Spermophilus undulates*) и полевой мыши (*Apodemus agrarius*) в районе поселков Большая Речка и Никола [20].

Крайне интересен факт смены доминантов среди рода серых полевок (*Microtus*) в нижней затопляемой части дельты Селенги. Преобладавшая с 1950-х по начало 1980-х гг. полевка-экономка (*M. oeconomus*) в 1986 г. начала снижать численность и встречалась только в верхней части дельты, а ее место устойчиво заняла восточная полевка (*M. fortis*), впоследствии ставшая абсолютным доминантом [3, 21, 22]. Вероятно, это связано с усилением обводненности дельты и затоплением оптимальных

местообитаний полевки-экономки, в то же время эти факторы благоприятно сказались на более влаголюбивом виде — восточной полевке, предпочитающей переувлажненные луга и заболоченные местности. В 1991–1997 гг. высокие летне-осенние половодья в дельте Селенги происходили практически ежегодно, из-за чего численность восточной полевки, доминирующего вида грызунов в нижней части дельты, не успевала восстановиться и оставалась на низком уровне. Это, в свою очередь, отрицательно отразилось на питании хищных видов птиц и увеличило долю разорения ими утиных гнезд до 37–50 % [22].

С изменениями гидрологического режима связывают снижение численности ондатры практически по всему побережью озера. В некогда богатых районах дельты Селенги и Северного Байкала были затоплены наиболее пригодные биотопы, а чередование неблагоприятных гидрометеорологических условий в 1950–1970-х гг. сдерживали ее восстановление и расселение [20]. На других реках Байкала еще до зарегулирования стока Ангары численность ондатры была невысокой из-за малой площади пригодных условий обитания, из-за чего в последующем многие из них утратили свое промысловое значение. Для байкальского тюленя (*Pusa sibirica*) повышения уровня воды в 1961–1969 гг. привели к затоплению береговых лежек на островах Ольхон и Ушканьи, п-ове Святой Нос, вследствие чего нерпы реже стали выходить на камни и делать привалы, а вместе с тем стали интенсивнее посещать северо-восточное побережье, где появились новые участки камней-плит [23].

Резкое изменение уровня Байкала более чем на 1 м в первые четыре года создания Иркутского водохранилища привело к сокращению площади местообитаний птиц на 1/3 и к повсеместному снижению численности гнездящихся уток [24]. Из доминирующих видов пластинчатоклювых чаще всего гибли гнезда чирка-трескунка (*A. querquedula*), широконоска (*Anas clypeata*), красноголового нырка (*Aythya ferina*), хохлатой чернети (*A. fuligula*), реже — серой утки (*A. strepera*), чирка-свистунка (*A. crecca*), кряквы (*A. platyrhynchos*), шилохвосты (*A. acuta*), черной кряквы (*A. zonorhyncha*), что связано с более поздним гнездованием первых, совпадающим с повышением уровня воды, и строительством гнезд на самой кромке воды [25]. Неблагоприятное воздействие годовой амплитуды уровня воды на водно-околоводных птиц в разные годы отмечалось также на Северном Байкале и в дельте Селенги [22, 26]. Согласно многолетним исследованиям, максимумы (а возможно, и минимумы) крупных внутривековых и вековых циклов обводнения всегда были неблагоприятными для размножения большинства видов птиц, но зарегулирование стока привело к значительному ухудшению условий обитания околоводных птиц в многоводные периоды [27].

К положительным моментам повышения уровня воды в Байкале можно отнести лишь увеличение численности мигрирующих водоплавающих птиц, что особенно заметно в осенний период [24, 25].

ДЕЛЬТА СЕЛЕНГИ КАК МОДЕЛЬНАЯ ТЕРРИТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ НА НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ

Повышение уровня воды в Байкале на 1 м после наполнения Иркутского водохранилища привело к значительному сокращению площади дельты Селенги, но даже в этом случае она остается самой большой территорией на Байкале по площади наиболее ценных водно-болотных угодий (371 км²) с несравненно высоким видовым разнообразием и численностью гнездящихся птиц. В настоящее время здесь отмечено 305 видов птиц, а из 157 гнездящихся видов 68 (43 %) относятся к водоплавающим и околоводным птицам.

На Байкале воздействие изменчивости уровня воды на животный мир наиболее полно изучено в дельте р. Селенги, где с 1976 г. по настоящее время сотрудниками НИИ биологии Иркутского государственного университета изучаются различные аспекты экологии обитания околоводных птиц на полигоне в западной части дельты. Один из важных выводов этих исследований связан с тем, что в гнездовых популяциях водоплавающих птиц, населяющих дельту Селенги, скорость роста уровня воды, превышающая 1–2 см/день, вызывает значительное повышение гибели гнезд и яиц [27]. У чайковых птиц (Laridae) при этом меняется структура поселений, так как могут затопляться места постоянного гнездования, а успешность выведения потомства у мелких видов чайковых также снижается [28]. Периоды высокой воды и сильных летних паводков и наводнений оказались относительно благоприятными для доминирующих видов уток (кряква, широконоска, шилохвость, красноголовый нырок (*Aythya ferina*)) и неблагоприятными для немногочисленных видов [29], в первую очередь в результате затопления большей доли кладок, как первичных, так и повторных: до 29–37 %, а при наводнениях — и до 70 %.

Однократный резкий прирост уровня воды на 5–10 см, вызванный, например, ветровым нагоном или мощным паводком, вызывает гибель значительного числа кладок у водоплавающих птиц, гнездящихся на самых низменных участках, даже если на следующий день уровень вновь снижается: утки уже бросают гнезда. Однако водоплавающие и околоводные птицы, населяющие низменные прибрежные местообитания (утки, мелкие чайковые, кулики (*Charadrii*)), выработали комплекс адаптаций к межгодовым и внутрисезонным изменениям гидрологического режима [30]. Важнейшая из них — способность неоднократно делать повторные кладки в случае гибели первых, если это случилось достаточно рано в пределах гнездового сезона (май, начало июня). В случае их гибели кладка может быть сделана снова, но лишь при условиях, если имеются другие незатопленные участки, обеспеченность кормами, а птицы имеют время для размножения. Кроме того, возможность эффективного использования этих адаптаций зависит от частоты и сроков изменений уровня воды. В случае гибели кладок в конце июня и позднее большинство птиц уже не успевает сделать компенсационные кладки, так как эти сроки уже выходят за рамки их сезонной гормональной цикличности. Птенцы, выводящиеся из слишком поздних кладок (например, утиные выводки, которые еще не летают в середине сентября, т. е. утята вывелись в начале августа, а кладка была сделана, соответственно, в начале июля), имеют мало шансов успешно подняться на крыло и подготовиться к миграции до наступления осени.

В более выгодном положении оказываются виды, места кормежки и гнездования которых разделены и могут находиться на значительном расстоянии друг от друга, отчего их поселения не страдают от паводков (например, серая цапля (*Ardea cinerea*), гнездящаяся на деревьях, монгольская (*Larus (vegae) mongolicus*) и сизая (*L. canus*) чайки, гнездящиеся не только на низких, но и на возвышенных островах).

В результате большей концентрации гнезд на остающихся не затопленными участках и значительного числа затопленных яиц возрастает хищничество на потомстве уток и куликов со стороны птиц, в первую очередь крупных чаек. Привычка чаек питаться яйцами из затопленных гнезд распространяется в их популяции и приводит к увеличению числа особей, разоряющих «живые» гнезда и питающихся также утятами. На Байкале этот процесс был индуцирован поднятием уровня после сооружения Иркутской ГЭС в 1960-х [31] и сохранился в многоводный период 1980–1990-х гг.

В маловодные периоды воздействие названных факторов невелико, но усиливается негативное воздействие антропогенного фактора (выпас скота и др.), а также хищничество со стороны наземных хищников (лисицы и др.), которым проще проникать на острова. Затянувшееся маловодье на Селенге (практически с 1998 до 2018 г.) привело к снижению численности ряда водоплавающих птиц, чайковых и куликов, которые до этого оставались многочисленными и в маловодный период конца 1970-х, и в многоводный период 1980-х и начала 1990-х гг. [32].

Значимым негативным фактором для большинства водных птиц дельты стало само повышение средних значений уровня воды в Байкале после постройки Иркутской ГЭС. Так как дельта имеет форму сектора или треугольника, расширяющегося к Байкалу, затопленной оказалась его самая широкая часть, что физически значительно уменьшило гнездопригодную территорию.

Таким образом, на успешность размножения и численность водных птиц в условиях значительного изменения уровня воды оказывают влияние его амплитуды, сроки, частота колебаний и характер их динамики в целом. Воздействие происходит как непосредственно (например, снижение успеха гнездования в текущем сезоне вследствие затопления гнезд), так и опосредованно через другие компоненты экосистем и цепочки их причинно-следственных связей — в первую очередь, через кормовую базу. Многие следствия могут быть зарегистрированы только спустя значительное время в связи, в частности, с большой продолжительностью жизни некоторых видов птиц. Кроме того, объективную сложность для выявления этих последствий представляет возможность птиц перемещаться на значительные расстояния, так как система мониторинга численности водоплавающих и околоводных птиц на протяжении всего ареала тех или иных видов в Российской Федерации отсутствует.

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ УЯЗВИМОСТИ МЕСТ ОБИТАНИЯ

Значительная часть видового разнообразия наземных позвоночных животных тесно связана с побережьем Байкала. Здесь гнездится и встречается во время сезонных миграций более 100 видов птиц, полуводный образ жизни ведут шесть видов млекопитающих и шесть видов амфибий, что составляет 25 % от общего числа зарегистрированных видов наземных позвоночных животных в Байкальской котловине. Как было сказано выше, колебания уровня воды в Байкале могут приводить к весьма существенным изменениям в структуре населения позвоночных животных, их динамике и распространении. Чтобы оценить масштабы этих изменений, лучше всего подходит картографический

метод оценки территории по степени уязвимости мест обитания наземных позвоночных животных. Для этого на первом этапе была собрана и проанализирована информация о распространении и особенностях экологии более 120 видов позвоночных животных, постоянно или сезонно обитающих на побережье оз. Байкал и ведущих водный или околотоводный образ жизни. Затем все побережье озера было поделено на 10 районов разной протяженности, но с близкими природно-климатическими условиями. Значительная часть побережья характеризуется сложным рельефом, отсутствием мелководных заливов и обширных дельтовых участков рек, что неблагоприятно сказывается на обитании околотоводного комплекса позвоночных животных. В этом случае выделяются три района — Кругобайкальский, Приморский и Улан-Бургасинский — довольно протяженные и в то же время малоприспособленные для обитания большинства водно-околотоводных видов животных. В свою очередь, большая часть населения приводных позвоночных животных обитает в пониженных формах рельефа — прибрежных мелководьях с прилегающей полосой берега, дельтах и устьях рек, сорах, калтусах, а также на песчано-галечных косах и многочисленных островах, т. е. на наиболее чувствительных к колебаниям уровня озера участках побережья. Общая площадь мелководий оценивается приблизительно в 2200 км², что составляет около 7 % от общей площади Байкала [33]. Как правило, такие места отличаются богатыми растительными и животными кормами, разнообразными местами размножения и укрытия. Наиболее благоприятные условия обитания приводных видов животных находятся в Хамар-Дабанском, Приольхонском, Нижнеангарском и Селенгинском районах, последние два отличаются самыми большими по площади водно-болотными угодьями.

На базе собранной и обработанной информации было проведено зонирование территории по степени уязвимости мест обитания наземных позвоночных животных к колебаниям уровня оз. Байкал. В выделенных 10 районах выявлено 46 ключевых участков, которые наиболее чувствительны к колебаниям уровня воды (см. таблицу). Наибольшее воздействие колебания уровня оз. Байкал сказывается на населении животных в устьях рек Верхней Ангары, Кичеры, Селенги, Талой, Култучной, Голоустной, Анги, Сармы и Курмы; на озерах и сорах: Кичерское, Зама, Курма, Нурское, Северо-Байкальский, Арангатуй, Посольский; а также на пологих прибрежных участках мелководных заливов и бухт Мандархан, Зун-Хагун, Чивыркуйский, песчано-галечных косах и островах средних и малых размеров. Многие из этих участков являются важными местами размножения, линьки и остановки во время сезонных миграций птиц.

В качестве примера ниже приведены два участка с заметно различающимися природно-климатическими условиями и видовым разнообразием животных (рис. 1, 2). В Приольхонском и Ольхонском районах выявлено 18 и 6 участков соответственно, уязвимых при повышении уровня воды в Байкале. Прибрежные экосистемы прол. Малое Море характеризуются сниженной гнездопригодной емкостью и низкой кормовой базой для многих околотоводных видов птиц. Площадь оптимальных местообитаний на изучаемом полигоне равна примерно 7,2–9 км² (9 участков Приольхонского района и 3 участка Ольхонского района), из них более половины приходится на дельту Сармы, играющую важную роль в существовании околотоводных и водоплавающих видов животных на западном побережье Байкала (см. рис. 1).

Помимо дельты, большую роль в обитании водоплавающих видов птиц играют многочисленные острова пролива, где условия гнездования водоплавающих птиц относительно стабильны, так как роль колебаний уровня воды здесь минимальна и чаще всего страдают лишь поздние кладки [34]. Так, на некоторых островах плотность гнездования ряда видов птиц выше по сравнению с материковым побережьем и о-вом Ольхон [35].

Площадь затопления при повышении уровня воды в Байкале составляет 2,4–3,1 км², или около 33–43 % от общей площади оптимальных местообитаний (см. рис. 1). В зону затопления входят прибрежные места гнездования 14 видов уток и 6 видов куликов (огарь (*Tadorna ferruginea*), кряква, хохлатая чернеть (*Aythya fuligula*), горбоносый турпан (*Melanitta deglandi*), длинноносый крохаль (*Mergus serrator*), малый зуек (*Charadrius dubius*), перевозчик (*Actitis hypoleucos*), длиннопалый песочник (*Calidris subminuta*) и пр.), монгольской чайки, речной крачки (*Sterna hirundo*) и белой трясогузки (*Motacilla alba*), а также места обитания водяной полевки, ондатры, обыкновенной куторы (*Neomys fodiens*) и монгольской жабы (*Bufo raddei*). В данном районе отмечено 16 видов животных, включенных в Красную книгу Иркутской области [36]. Растущая рекреационная нагрузка в большинстве заливов усиливает эффект нестабильной гидрологической обстановки и приводит к вытеснению и распугиванию позвоночных животных, их прямому истреблению и разрушению местообитаний [37]. Из абиотических факторов наиболее существенен сильный северо-западный ветер Сарма, из-за которого сильно страдают колониальные виды птиц скалистых островов пролива [35].

Зонирование территории по степени уязвимости мест обитания приводных позвоночных животных побережья оз. Байкал (фрагмент таблицы)

Район	Участки	Фоновые виды	Редкие виды
Приольхонский	Устье Бугульдейки Устье Анги Зал. Тугайский Бух. Базарная Зал. Куркут Бух. Мандархан Бух. Зун-Хагун Устье Кучелги Устье р. Хорги Дельта Сармы Сор Курминский Сор Улан-Ханский Сор Сурхайта Сор Зундук Оз. Зама Сор Кулгана Сор Онгуренский устье Кочерикова	Связь (<i>Anas penelope</i>)*, чирок-свистунок, шилохвость*, кряква, горбоносый турпан, хохлатая чернеть, гоголь (<i>Vucephala clangula</i>)*, длинноносый крохаль, чибис*, малый зуек, бекас*, сибирский пепельный улит (<i>Heteroscelus brevipes</i>)*, фифи (<i>Tringa glareola</i>)*, перевозчик, песочник-красношейка (<i>Calidris ruficollis</i>)*, чернозобик (<i>C. alpina</i>)*, сизая чайка, монгольская чайка, озерная чайка (<i>Larus ridibundus</i>), речная крачка, белая трясогузка. Водяная полевка, ондатра, обыкновенная кутора	Монгольская жаба. Лебедь-кликун (<i>Cygnus cygnus</i>)*, огарь, клоктун (<i>Anas formosa</i>)*, орлан-белохвост (<i>Haliaeetus albicilla</i>)*, большой веретенник (<i>Limosa limosa</i>)*, большой кроншнеп (<i>Numenius arquata</i>)*, дальневосточный кроншнеп (<i>Numenius madagascariensis</i>)*, длиннопальный песочник
Селенгинский	Дельта р. Селенги	Чомга (<i>Podiceps cristatus</i>), серая цапля, связь, чирок-свистунок, серая утка (<i>A. strepera</i>), кряква, шилохвость, чирок-трескунок, широконоска, красноголовый нырок, хохлатая чернеть, гоголь*, длинноносый крохаль*, восточный лушь (<i>Circus spilonotus</i>), лысуха (<i>Fulica atra</i>), малый зуек, чибис, поручейник (<i>Tringa stagnatilis</i>), фифи, краснозобик (<i>Calidris ferruginea</i>)*, бекас, большой веретенник, большой кроншнеп, сизая чайка, монгольская чайка, озерная чайка, речная крачка, болотная сова (<i>Asio flammeus</i>), желтоголовая трясогузка (<i>Motacilla citreola</i>), белая трясогузка. Водяная полевка, ондатра, восточная полевка	Квакша дальневосточная (<i>Hyla japonica</i>). Серошекая поганка (<i>Podiceps grisegena</i>), большая выпь (<i>Botaurus stellaris</i>), черный аист (<i>Ciconia nigra</i>), касатка (<i>Anas falcata</i>), клоктун, серый гусь (<i>Anser anser</i>), малый лебедь (<i>Cygnus bewickii</i>), скопа (<i>Pandion haliaetus</i>), орлан-белохвост, немой перепел (<i>Coturnix japonica</i>), серый журавль (<i>Grus grus</i>), азиатский бекасовидный веретенник (<i>Limnodromus semipalmatus</i>), дальневосточный кроншнеп, чеграва (<i>Hydroprogne caspia</i>), крачка чайконосая (<i>Gelochelidon nilotica</i>), малая чайка (<i>Larus minutus</i>)
Хамар-Дабанский	Зал. Посольский сор Устье р. Мантурихи Междуречье рек Снежной и Хара-Мурин Слюдянско-Култукский участок	Сибирская лягушка. Связь*, чирок-свистунок, серая утка, кряква, чирок-трескунок*, широконоска, хохлатая чернеть, красноголовый нырок*, гоголь*, длинноносый крохаль, малый зуек, бекас, фифи*, поручейник, сизая, монгольская и озерная чайки*, речная крачка, белая трясогузка. Водяная полевка, ондатра, полевка-экономка	Лебедь-кликун*, малый лебедь*, огарь, черная кряква (<i>Anas zonorhyncha</i>)*, журавль-красавка (<i>Anthropoides virgo</i>)*, серый журавль*, большой кроншнеп*, дальневосточный кроншнеп, длиннопальный песочник*, обыкновенный зимородок

Примечание. * – виды птиц, встречающиеся преимущественно на пролете.

В протяженном Хамар-Дабанском районе выявлено всего три участка возможного влияния повышения уровня воды в Байкале на приводные фаунистические комплексы. Наиболее важным и хорошо изученным является Слюдянско-Култукский участок, расположенный на побережье между одноименными населенными пунктами (см. рис. 2). В устьях рек Похабихи, Талой, Култучной располагаются единственные водно-болотные угодья на южном побережье Байкала, где отмечаются мощные сезонные скопления околотовных и водоплавающих птиц. Площадь угодий в настоящее время значительно сократилась вследствие строительства жилых районов, железных и автомобильных дорог и прочих хозяйственных объектов. Помимо этого, сохранившиеся водно-болотные угодья окружены крутыми скалистыми и залесенными береговыми склонами, а побережье озера в значительной степени представлено песчано-галечными пляжами, что снижает привлекательность для большинства околотовных птиц. Специфические природные условия участка, смягчающие местный микроклимат,

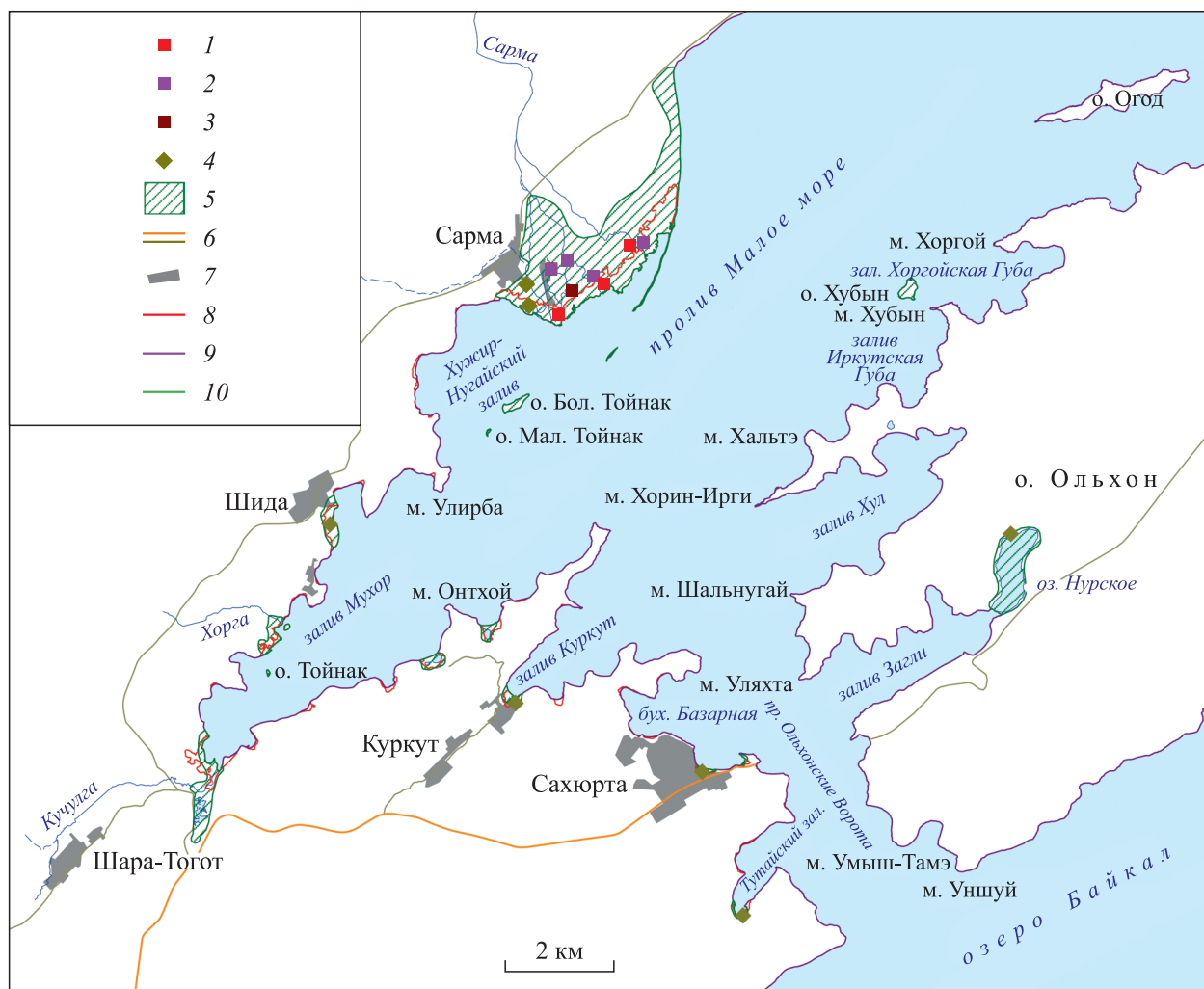


Рис. 1. Зонирование территории Приольхонского и Ольхонского районов (частично) по степени уязвимости мест обитания приводных позвоночных животных.

Места обитания: 1 — ондатры; 2 — водяной полевки; 3 — обыкновенной куторы; 4 — монгольской жабы. 5 — места гнездования и концентрации во время сезонных миграций околоводных и водоплавающих видов птиц. 6 — автомобильные дороги; 7 — населенные пункты. Границы: 8 — зоны затопления; 9 — малосвойственных и несвойственных мест обитания приводных видов животных; 10 — оптимальных (ценных) мест обитания и размножения приводных видов животных.

приводят к раннему появлению многих гнездящихся и мигрирующих видов птиц, последние часто могут надолго здесь задерживаться из-за сложной ветровой обстановки. Площадь оптимальных мест обитания и размножения на изучаемом полигоне равна примерно 4,3–5,0 км². Несмотря на меньшую площадь обитания и размножения, здесь гнездится 10 видов уток (огарь, чирок-свистун, кряква, широконоска, хохлатая чернеть, и пр.), 8 видов куликов (чибис (*Vanellus vanellus*), малый зуек, перевозчик, бекас (*Gallinago gallinago*) и пр.), белая трясогузка и редкий во всех местах зимородок (*Alcedo atthis*). В разное время здесь были отмечены 18 видов, включенных в Красную книгу Иркутской области [36].

Население млекопитающих данного участка не превышает 8–10 видов, на открытых влажных полянах оно представлено бурозубками (тундрная (*Sorex tundrensis*) и средняя (*S. caecutiens*)) и полевкой-экономкой. По берегам рек Похабихи и Талой встречаются норы водяной полевки и хатки ондатры, возможны встречи обыкновенной куторы. Герпетофауна озерно-болотного комплекса весьма бедная и представлена многочисленной сибирской лягушкой (*Rana amurensis*) и редко встречающимся сибирским углозубом (*Salamandrella keyserlingi*). Успешность размножения земноводных зависит от стабильного гидрологического режима, повышение уровня после откладки икры приводит

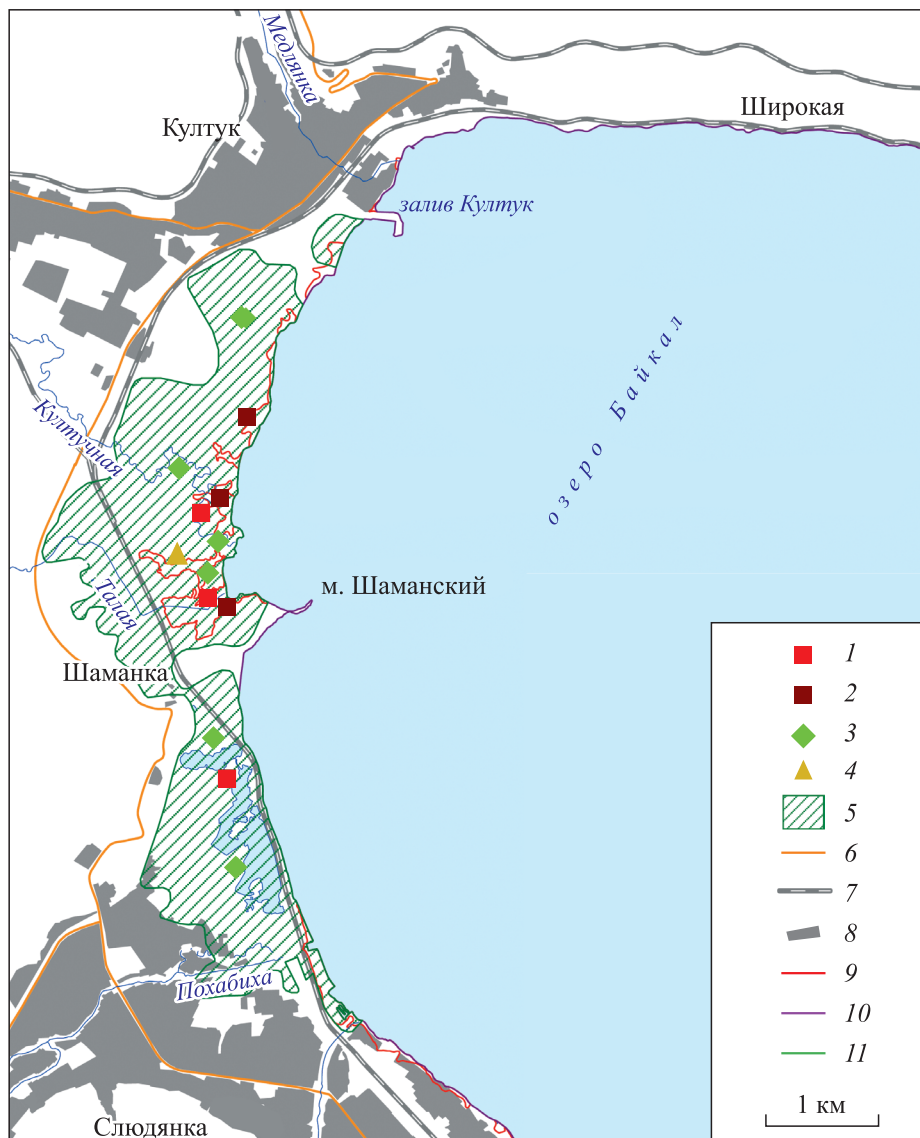


Рис. 2. Зонирование территории Слюдянско-Култукского участка (Хамар-Дабанский район) по степени уязвимости мест обитания приводных позвоночных животных.

Места обитания: 1 — ондатры; 2 — водяной полевки; 3 — сибирской лягушки; 4 — сибирского углозуба. 5 — места гнездования и концентрации во время сезонных миграций околородных и водоплавающих видов птиц. Дороги: 6 — автомобильные; 7 — железные; 8 — населенные пункты. Границы: 9 — зоны затопления; 10 — малосвойственных и несвойственных мест обитания приводных видов животных; 11 — оптимальных (ценных) мест обитания и размножения приводных видов животных.

к значительному снижению доли успешного появления потомства. В зону затопления попадает всего 0,4–0,7 км², или 9–16 % от общей территории оптимальных местообитаний животного населения прибрежных экосистем (см. рис. 2). В первую очередь, это расположенные в прибрежной зоне гнезда уток и куликов, а также существенная часть популяций водяной полевки и ондатры, расположенных по берегам рек Похабики и Талой. Проходящая вдоль побережья железная дорога выступает в роли дамбы, препятствуя прямому затоплению Таловских озер, тем самым «смягчая» в них резкие колебания уровня воды.

Таким образом, на исследованных участках площадь затопления охватывает менее половины территории оптимальных местообитаний водно-околородных видов животных, что повышает возможности благоприятного существования и размножения для большинства видов приводной фауны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы резкие колебания уровня воды в Байкале вызывали бурный ажиотаж в обществе и СМИ. За резким снижением уровня наступил не менее резкий подъем, что получило неоднозначные экспертные оценки последствий этих колебаний в отношении прибрежных экосистем озера. Для четкого и определенного ответа на вопрос, что же будет с этими экосистемами и их биоразнообразием, требуются многолетние исследования большого числа специалистов. Животный мир прибрежных экосистем Байкала представляет собой наиболее чувствительный индикатор последствий колебания уровня воды в озере. Зарегулирование стока и повышение уровня воды в Байкале привели к серьезным перестройкам структуры населения животных, значительной динамике численности и изменению видового разнообразия. Выработанный комплекс адаптаций к межгодовым и внутрисезонным изменениям гидрологического режима позволяет снизить элиминацию популяций у большинства видов животных, но возможность эффективного использования этих адаптаций зависит от частоты и сроков изменений уровня воды.

Работа выполнена за счет средств, выделенных на НИР «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС» (122010800014-7) и в рамках государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (АААА-А21-121012190059-5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Измерение** и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / С.М. Ляпков. — М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2003. — 380 с.
2. **Равкин Е.С., Челинцев Н.Г.** Инструкция по комплексному учету птиц на территории СССР. — М.: ВНИИ-природа, 1990. — 33 с.
3. **Фефелов И.В., Тупицын И.И., Подковыров В.А., Журавлёв В.Е.** Птицы дельты Селенги: Фаунистическая сводка. — Иркутск: Изд-во ЗАО «Восточно-Сибирская издательская компания», 2001. — 320 с.
4. **Прибайкалье.** Альбом карт. — Иркутск: Изд-во «Иркутская картографическая фабрика», 2001. — 76 с.
5. **Байкал.** Атлас. / Гл. ред. Г.И. Галазий. — М.: Изд-во Федеральной службы геодезии и картографии России, 1993. — 160 с.
6. **Ogden J.C.** A comparison of wading bird nesting colony dynamics (1931–1946 and 1974–1989) as an indication of ecosystem conditions in the southern Everglades // *Everglades, the Ecosystem, and Its Restoration*. — St. Lucie: CRC Press, 1994. — P. 533–570.
7. **Gibbons J.W., Scott D.E., Ryan T.J., Buhlmann K.A., Tuberville T.D., Metts B., Greene J.L., Mills T.M., Leiden Y., Poppy S.M., Winne C.T.** The global decline of reptiles, déjà vu amphibians // *BioScience*. — 2000. — N 50. — P. 653–666.
8. **Lantz S.M., Gawlik D.E., Cook M.I.** The effects of water depth and submerged aquatic vegetation on the selection of foraging habitat and foraging success of wading birds // *The Condor*. — 2010. — N 112. — P. 460–469.
9. **Chastant J.E., Petersen M.L., Gawlik D.E.** Nesting substrate and water-level fluctuations influence wading bird nesting patterns in a large shallow eutrophic lake // *Hydrobiologia*. — 2017. — N 788. — P. 371–383.
10. **Ward E.M., Wysong K., Gorelick S.M.** Drying landscape and interannual herbivory-driven habitat degradation control semiaquatic mammal population dynamics // *Ecohydrology*. — 2020. — N 13 [Электронный ресурс]. — <https://doi.org/10.1002/eco.2169> (дата обращения 05.04.2022).
11. **Мельников Ю.И.** Циклические изменения климата и динамика ареалов птиц на юге Восточной Сибири // *Орнитогеография Палеарктики: современные проблемы и перспективы*. — Махачкала: Изд-во Дагестан. гос. пед. ун-та, 2009. — С. 47–69.
12. **Ward E.M., Solari K.A., Varudkar A., Gorelick S.M., Hadly E.A.** Muskrats as a bellwether of a drying delta // *Communications Biology*. — 2021. — N 4. — P. 750.
13. **Толчин В.А.** Эколого-фаунистическая адаптация приводных птиц Верхнего Приангарья к условиям искусственных водоемов // *Региональные биогеографические исследования в Сибири*. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО АН СССР, 1977. — С. 59–110.
14. **Ильшенко В.Ю.** Влияние Зейского водохранилища на наземных позвоночных животных горно-таежных экосистем (на примере восточной части хребта Тукурингра): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: Изд-во Всесоюз. науч.-исслед. ин-та охраны природы и заповедного дела, 1984. — 18 с.
15. **Куртова О.Г.** Влияние Рыбинского водохранилища на состояние популяции остромордой лягушки // *Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках лесной зоны*. — М.: Наука, 1986. — С. 124–126.

16. **Пискунов В.В.** Влияние природных и антропогенных факторов на структуру и динамику сообществ птиц в пойменно-островных экосистемах Волгоградского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Самара: Изд-во Саратов. ун-та, 1998. — 22 с.
17. **Завьялов Е.В.** Генезис и основные трансформации фауны птиц в условиях динамики естественных и антропогенных факторов на севере Нижнего Поволжья: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. — 47 с.
18. **Кузьмин С.Л.** Земноводные бывшего СССР. — М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. — 370 с.
19. **Кривенко В.Г., Виноградов В.Г.** Птицы водной среды и ритмы климата Северной Евразии. — Москва: Наука, 2008. — 588 с.
20. **Швецов Ю.Г., Смирнов М.Н., Монахов Г.И.** Млекопитающие бассейна озера Байкал: монография. — Новосибирск: Наука, 1984. — 258 с.
21. **Дворяндин А.В.** Состояние популяций основных видов млекопитающих дельты Селенги при высоком уровне воды // Всесоюз. совещ. по проблеме кадастра и учета животного мира: Тез. докл. Ч. 2. — М.: Наука, 1986. — С. 269–271.
22. **Фефелов И.В.** Значение дельт байкальских рек в формировании и динамике региональной орнитофауны: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 2006. — 44 с.
23. **Пастухов В.Д.** Состояние популяции байкальской нерпы и очередные задачи исследований // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Рыбы и рыбные ресурсы. — Лиственничное-на-Байкале: Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1977. — С. 71–75.
24. **Скрябин Н.Г.** Водоплавающие птицы Байкала. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1975. — С. 244.
25. **Скрябин Н.Г.** Влияние колебания уровня Байкала на водоплавающих птиц // Орнитология. — 1967. — № 8. — С. 285–293.
26. **Садков В.С.** Материалы по орнитофауне Северного Прибайкалья и проблемы охраны птиц и водно-озерных экосистем Северного Байкала // Эколого-географическая характеристика зооценозов Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1995. — С. 96–101.
27. **Фефелов И.В.** Динамика численности водоплавающих птиц // Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал / Отв. ред. А.К. Тулохонов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. — С. 154–164.
28. **Тупицын И.И.** Динамика численности чайковых птиц // Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал / Отв. ред. А.К. Тулохонов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. — С. 164–173.
29. **Фефелов И.В., Шинкаренко А.В., Подковыров В.А.** Динамика популяций уток в дельте Селенги // Рус. орнитол. журн. — 1995. — Т. 4, № 1/2. — С. 45–53.
30. **Мельников Ю.И.** О некоторых адаптациях прибрежных птиц // Экология. — 1982. — № 2. — С. 64–70.
31. **Мельников Ю.И., Лысыков С.И.** О хищничестве чайковых птиц на Южном Байкале // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отдел биологический. — 1983. — Т. 88, вып. 5. — С. 21–28.
32. **Фефелов И.В., Анисимов Ю.А., Поваринцев А.И.** Современное население водно-болотных птиц в дельте Селенги и заказнике «Кабанский»: сравнение с ретроспективными данными мониторинга // Роль научно-исследовательской работы в управлении и развитии ООПТ: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2019. — С. 223–228.
33. **Кожов М.М., Тюменцев Н.В.** О биологических последствиях колебания уровня Байкал // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отдел биологический. — 1961. — Т. XVI, № 3. — С. 32–39.
34. **Пыжьянов С.В., Березовская А.О.** Успешность гнездования уток на Малом Море (оз. Байкал) // Вестн. Иркут. гос. сельскохозяйств. акад. — 2014. — № 64. — С. 59–71.
35. **Биоценозы островов пролива Малое Море на Байкале** / Под ред. Н.Г. Скрябина. — Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1987. — 184 с.
36. **Красная книга Иркутской области** / Гл. ред. С.М. Трофимова. — Улан-Удэ: Изд-во ПАО «Республиканская типография», 2020. — 552 с.
37. **Преловский В.А.** Антропогенная трансформация фауны позвоночных животных Центральной экологической зоны Байкальской природной территории // География и природ. ресурсы. — 2020. — № 5. — С. 72–78.

Поступила в редакцию 08.07.2022

После доработки 10.08.2022

Принята к публикации 03.10.2022