

К.Ю. БАЗАРОВ, С.И. КОЖЕНКОВА

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия, kbazarov@mail.ru, svetlana@tigdvo.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕСТООБИТАНИЙ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ХАНКАЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ В УСЛОВИЯХ ТРАНСГРЕССИИ ОЗЕРА ХАНКА

Государственный природный биосферный заповедник «Ханкайский», расположенный на восточном, южном и западном берегах оз. Ханка, включает в себя пять отдельных кластеров (участков). Начиная с 2007 г. фиксируется экстремальный подъем уровня воды в озере, достигший исторического максимума в 2016 г. Приводятся результаты исследования изменений соотношения основных категорий среды обитания видов флоры и фауны на территории Ханкайского заповедника в 2017 и 2020 гг., после подъема уровня воды, по сравнению с 1990 г., когда был основан заповедник. Были сформированы геоинформационные слои, отображающие распределение категорий сред обитания и их площадные характеристики для каждого временного среза. В качестве основного источника информации использованы спектрональные данные дистанционного зондирования Земли за соответствующие периоды. Установлено, что по состоянию на 2020 г. водные объекты занимали 42 % от всей площади заповедных территорий, из которых 33 % приходилось на долю оз. Ханка, что в 4–5 раз больше, чем в 1990 г. Болота и луга в целом покрывали около 57 % (с преобладанием болот); лесные участки были приурочены к холмистой местности и, как и ранее, занимали менее 1 % территории. Выявлено, что наземная часть Соснового, Мельгуновского и Речного кластеров была практически полностью покрыта водой; в кластерах Журавлинский и Чертово болото были затоплены обширные территории. По берегам оз. Ханка зафиксирована гибель растений, в том числе кустарников и деревьев. Отмечено разнонаправленное влияние изменений гнездопригодных местообитаний на численность птиц.

Ключевые слова: оз. Ханка, подъем уровня воды, данные дистанционного зондирования, выявление изменений, категории среды обитания.

K.Yu. BAZAROV, S.I. KOZHENKOVA

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
690041, Vladivostok, ul. Radio, 7, Russia, kbazarov@mail.ru, svetlana@tigdvo.ru

CHANGE IN THE STRUCTURE OF WATERFOWL HABITATS IN TRANSGRESSION CONDITIONS OF LAKE KHANKA

The Khankaiskiy State Naturfl Biosphere Reserve, located on the eastern, southern and western shores of Lake Khanka, includes five separate clusters. Since 2007, an extreme rise of the water level in the lake has been recorded, which reached a historical maximum in 2016. The study results of changes in the ratio of the main categories of habitat of flora and fauna species on the territory of the Khankaiskiy Natural Reserve in 2017 and 2020, after the rise of the water level, compared with 1990, when the nature reserve was founded. GIS layers were formed, displaying the distribution of habitat categories and their area characteristics for each period of time. The main source of information is remote sensing data for the corresponding periods. It was found that in 2020, water bodies occupied 42 % of the total area of protected areas, of which 33 % accounted for Lake Khanka, or by a factor of 4–5 times more than in 1990; swamps and meadows covered about 57 %, with a predominance of swamps; forest areas are confined to hilly terrain and, as before, occupied less than 1 % of the territory. It was found that the terrain portion of the Sosnovyi, Mel'gunovskii and Rechnoi clusters was almost completely covered with water; vast areas were flooded in the Zhuravlinyi and Chertovo Boloto clusters. Along the shores of Lake Khanka, death of plants, including shrubs and trees, has been noted. The multidirectional influence of changes in nesting habitats on the population of birds was noted.

Keywords: Lake Khanka, water level rise, remote sensing data, change detection, habitat categories.

ВВЕДЕНИЕ

Государственный природный биосферный заповедник «Ханкайский» был создан в декабре 1990 г. Тогда общая площадь составляла 37 989 га. В 2004 г. была присоединена территория к северо-вост-

точному участку заповедника, таким образом, итоговая площадь составила 39 289 га. Заповедник охватывает пять отдельных кластеров (участков), расположенных на восточном, южном и западном берегах оз. Ханка в пределах Приханкайской низменности.

С 1976 г. оз. Ханка входит в Список Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц. Кроме того, это озеро попадает под охрану Советско-японской (1973 г.) и Советско-корейской (КНДР, 1987 г.) конвенций «Об охране перелетных птиц и птиц, находящихся под угрозой исчезновения, и среды их обитания». В 2005 г. заповедник был включен в сеть биосферных резерватов мира. В соответствии с методикой территориальной организации резерватов по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» было выделено три зоны: ядро, буферная и переходная (рис. 1). В Ханкайском биосферном резервате, как и во многих других российских биосферных резерватах, ядро соответствует территории заповедника, где запрещена любая хозяйственная деятельность, буферная зона — охранной зоне общей площадью 75 510 га с различными режимами природопользования. Переходная зона имеет площадь 158 400 га и занимает участки трех муниципальных районов Приморского края [1].

С 2007 г. начался подъем уровня воды в оз. Ханка, который в 2015 г. превысил ранее установленный исторический максимум (401 см в 1933 г.) и составил 405 см, а в 2016 г. достиг 435 см [2, 3] (нули графиков водомерных постов на оз. Ханка соответствуют отметке 66 м в Балтийской системе высот). Это привело к затоплению берегов озера, преимущественно с восточной стороны, где и располагаются основные территории заповедника. Необходимость мониторинга экологических условий охраняемых природных комплексов, объектов флоры и фауны на территории заповедника определяет актуальность оценки современного состояния основных местообитаний.

Полномасштабные геоботанические исследования на Приханкайской низменности последний раз проводились в 1947–1953 гг., и их результаты использовались для построения карты растительности Приморского края [4]. Описание растительных сообществ было наиболее подробно изложено в трудах Г.Э. Куренцовой [5]. В период создания Ханкайского заповедника именно эти материалы послужили основой для характеристики типов растительности его территории [6, 7]. В 1992–1995 гг. было выполнено первое после создания заповедника флористическое обследование территории [8].

Основным источником единообразных пространственных данных для оценки долговременных изменений, происходящих на территории заповедника под влиянием различных факторов, являются данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли. Они отображают информацию об особенностях и структуре природных объектов в разные годы и могут быть использованы для картографических расчетов.

Цель настоящей работы — оценить современное соотношение основных категорий среды обитания видов флоры и фауны путем анализа ДДЗ и выявить долговременные изменения на территории Ханкайского заповедника. В задачи исследования входили поиск ДДЗ и картографических материалов, дешифрирование в пределах зоны интереса и формирование тематических геоинформационных слоев, а также пространственный и площадной анализ полученных данных.

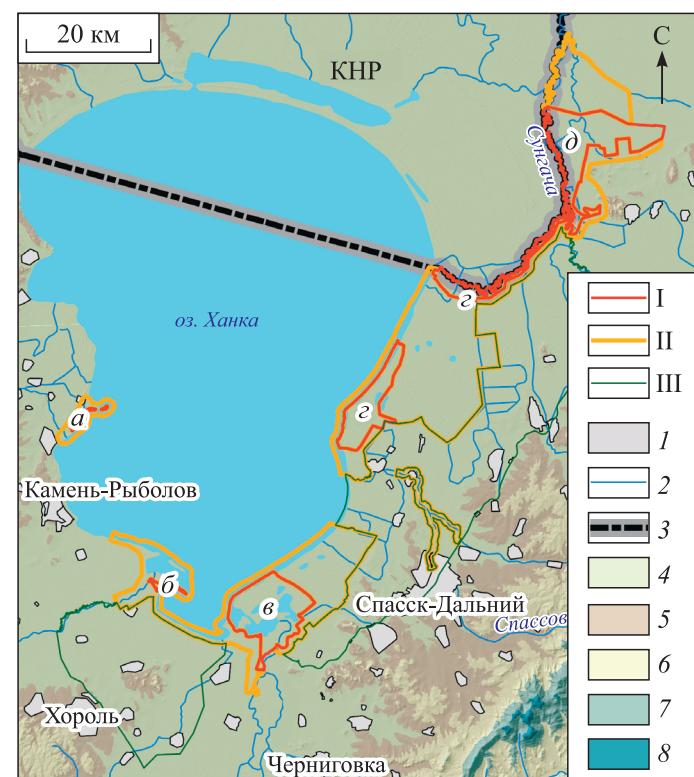


Рис. 1. Расположение кластеров Ханкайского заповедника, его охранных и переходной зон (2005 г.).

Кластеры: *a* — Сосновый, *b* — Мельгуновский, *c* — Речной, *d* — Журавлинский (два участка), *д* — Чертово болото. I — заповедник; II — охранные зоны; III — переходная зона. 1 — населенные пункты; 2 — водотоки; 3 — государственная граница. Высота над ур. моря, м: 4 — 0–100, 5 — 100–150, 6 — 150–400, 7 — 400–800, 8 — более.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Озеро Ханка расположено в средней части Западно-Приморской равнины, соответствующей Уссури-Ханкайско-Раздольненской тектонической депрессии. Водосборный бассейн озера характеризуется постепенным переходом от хребтов со среднегорным и низкогорным рельефом к мелкогорному и холмисто-увалистому, а затем от останцово-денудационного рельефа к высоким и низким аккумулятивным равнинам [9].

На некоторых участках Ханкайского заповедника либо на их границах расположены невысокие возвышенности (Лузанова, Синий Гай, Черемшовая, Змеиная). Преобладающим ландшафтом заповедника являются открытые равнины, покрытые болотами и лугами. В заповедник входит часть акватории оз. Ханка, пойменные, плавневые и дельтовые озера его побережий, ряд впадающих и одна вытекающая река.

Периодические колебания уровня воды в озере приводят к весьма значительным циклическим изменениям в экологической обстановке, в разных фазах определяя биологическую емкость угодий, состав и численность населяющих его животных. Продолжительность циклов колебаний уровня непостоянна, исчисляется десятками лет (рис. 2) и, по-видимому, имеет тенденцию к увеличению [2, 10].

Согласно схеме геоботанического районирования Приханкайской равнины, территория заповедника относится к Суйфуно-Ханкайскому лесостепному равнинно-низкогорному округу Даурско-Маньчжурской лесостепной области (Бореальное подцарство, Голарктическое царство) [4]. В пределах округа выделено девять районов [5], в три из которых входят участки заповедника: кластеры Сосновый и Мельгуновский относятся к равнинному району западной части озерной Ханкайской равнины; Речной, Журавлинский и южная часть кластера Чертово болото — к равнинному Восточно-Ханкайскому району; северная часть кластера Чертово болото — к равнинному Сунгачинскому району.

Основными источниками данных послужили спектрゾональные снимки с космических аппаратов Landsat-5 и Sentinel-2 за 1990, 2017 и 2020 гг., данные картографических онлайн-сервисов Google Earth и ESRI, материалы наблюдений авторов в 2018–2022 гг., а также топографические карты м-ба 1:100 000. Критериями отбора снимков являлись безоблачность и сезон: были отобраны снимки, отображающие ситуацию в зоне исследования по состоянию на вторую половину мая (рис. 3).

Работы по картографированию и оформлению итоговых материалов проводились в программном комплексе ArcGis 10.8. Для получения контуров водных объектов в пределах границ заповедника был произведен расчет модифицированного водного индекса (Modified Normalized Difference Water Index), который разделяет все пиксели изображения на два класса — «вода»/«не вода» [11]. Полученные результаты расчета были переведены из растрового формата в векторный и послужили основой для геоинформационного слоя. Для проведения визуально-экспертного дешифрирования был создан многоканальный композит, отображающий территорию в широком диапазоне электромагнитного спектра, что значительно увеличило возможности в плане проведения границ и идентификации различных типов поверхности. Дешифрирование проводилось для всей территории заповедника, включая

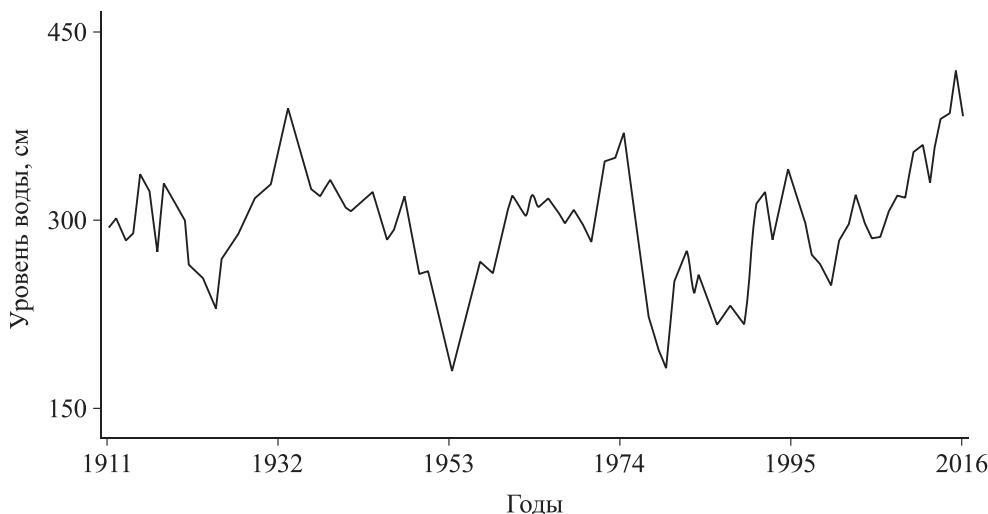


Рис. 2. Межгодовые изменения уровня воды в оз. Ханка [2, 10].

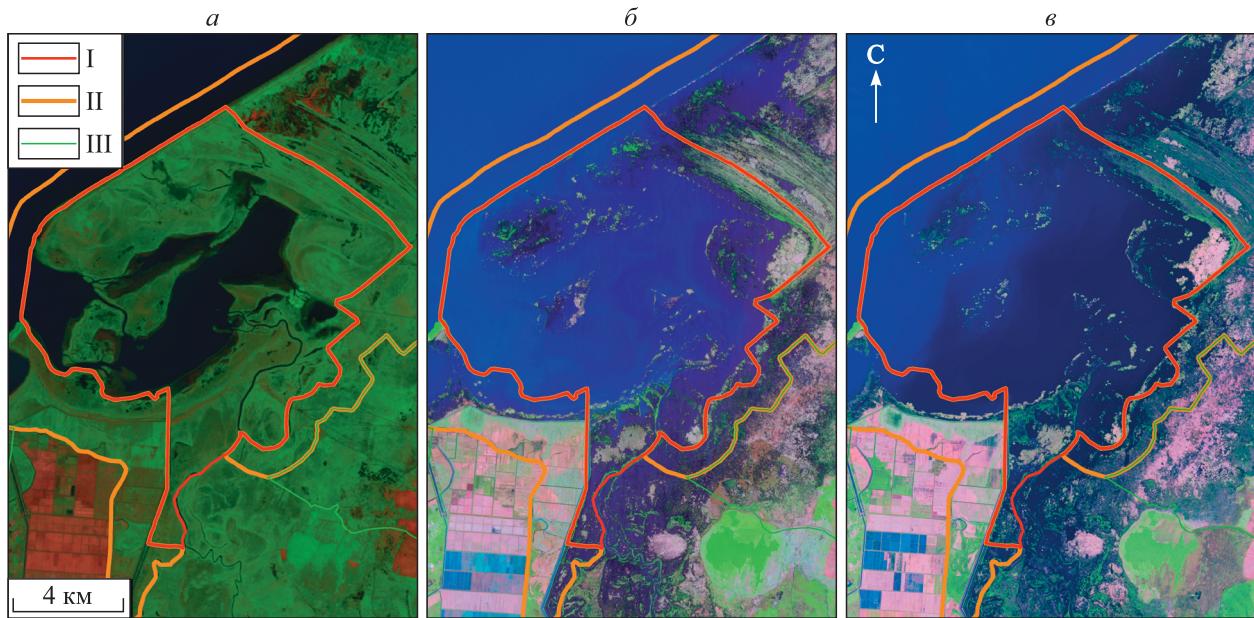


Рис. 3. Участок Речной.

Космоснимки: *а* — Landsat-5 (сенсор TM) за 30.05.1990, *б* — Sentinel-2 (MSI) за 20.05.2017, *в* — Sentinel-2 (MSI) за 29.05.2020. I — заповедник; II — охранная зона; III — переходная зона.

заповедное ядро, охранную и переходную зоны. Были выделены следующие категории среды обитания: оз. Ханка; другие внутренние водоемы; болота; луга; кустарники и редколесья; леса; преобразованные и поврежденные участки; сельскохозяйственные угодья; территории населенных пунктов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пределах границ заповедной части для каждой категории среды обитания были рассчитаны площадные характеристики и проанализирована структура распределения. Согласно результатам дешифрирования (рис. 4, таблица), по состоянию на 1990 г. доминирующей категорией среды обитания в заповеднике являлись болота, второе место по площади занимали луга, третье — водное зеркало озера. В 2017 г. соотношение существенно изменилось. Подъем уровня воды в оз. Ханка и увеличение площади, занятой другими водными объектами (каналами, озерами, протоками и др.), привели к затоплению обширных территорий, покрытых болотами или лугами. Общая площадь водного зеркала оз. Ханка в пределах заповедника увеличилась в четыре раза по сравнению с 1990 г. и составила 12 338,8 га, или 31,4 % (см. таблицу, рис. 5). Как и ранее, более половины площади заповедника занимали болота. Подтопление привело к распространению болотного типа растительности на участки территории, прежде занятые лугами. Общая площадь лугов уменьшилась с 27,8 % в 1990 г. до 8,9 % в 2017 г. К 2020 г. уровень обводненности территории заповедника повысился, что проявилось в расширении общей площади водных объектов (см. рис. 5).

Наиболее значительное изменению подверглись кластеры Сосновый, Мельгуновский, которые практически полностью ушли под воду, и Речной, где доля озера (в 2017 и 2020 гг.) превышала 75 % площади и произошла смена луговых комплексов на болотные. В кластерах Журавлиному и Чертово болото, как и ранее, превалирующей по площади категорией среды обитания оставались болота. Так, занимаемые ими площади в пределах участка Журавлинского уменьшились незначительно, однако местоположение сдвинулось к востоку, по направлению распространения затопленных оз. Ханка территорий. Как следствие, в пределах заповедного ядра сократилась площадь, занятая сырьими лугами (см. рис. 4, таблицу).

Общая площадь водных объектов заповедника в 2017 и 2020 гг. по сравнению с 1990 г. увеличилась в 4–5 раз. Соотношение между болотными и луговыми местообитаниями сместилось в сторону более обводненных (см. таблицу). Площадь территории, занятой лесными сообществами, практически не изменилась и по-прежнему не превышала 1 %.

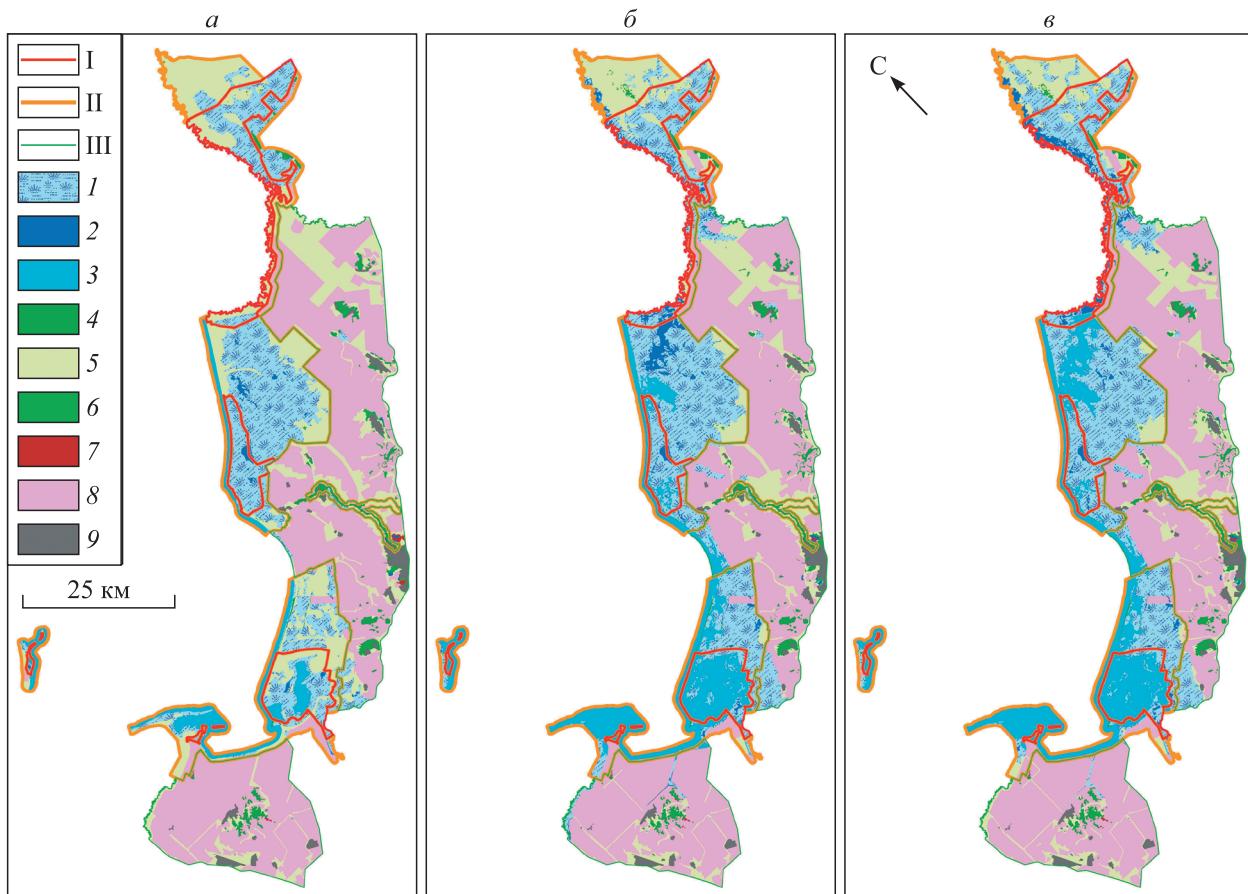


Рис. 4. Распределение категорий сред обитания в Ханкайском заповеднике.

а — 1990 г.; б — 2017 г.; в — 2020 г. I — заповедник, II — охранная зона, III — переходная зона. 1 — болота; 2 — внутренние водоемы; 3 — оз. Ханка; 4 — леса; 5 — сырье луга; 6 — кустарники и редколесье; 7 — преобразованные и поврежденные участки; 8 — сельскохозяйственные угодья; 9 — территории населенных пунктов.

Подъем уровня воды в оз. Ханка вызвал затопление территории заповедника и изменение соотношения водных и наземных местообитаний. Очевидно, что это повлияло на состав, структуру и продуктивность биоценозов, однако количественные оценки произошедших изменений пока сделать сложно.

Озеро Ханка — мелководный водоем. Его наибольшая глубина не превышает 10 м, средняя — менее 4 м. Как показали наблюдения, озеру свойственны циклические многолетние колебания. Впервые о них писал Н.М. Пржевальский, указывая на сильный подъем воды в 1861–1866 гг. Инструментальные наблюдения стали проводиться с 1912 г., и в 1937–1948 гг. был зарегистрирован очередной многоводный период [12]. Затем уровень воды заметно понизился, и именно тогда были проведены полномасштабные геоботанические исследования, результаты которых были использованы для составления карты растительности Приморского края. С 1962 по 1975 г. наблюдался следующий многоводный период, после чего вплоть до 1980 г. происходило понижение воды. В последующие годы уровень озера немного повысился, и только в 1992 г. он вновь стал расти. Таким образом, предшествовавшие созданию Ханкайского заповедника годы характеризовались относительно низким уровнем воды в оз. Ханка. Соответственно, и площадные оценки основных биотопов фиксировали ситуацию на тот маловодный период.

В результате колебаний уровня воды в озере площадь его водной поверхности изменяется от 394 000 до 501 000 га, а объем воды — от 12,7 до 22,6 км³. Все это приводит к циклическим изменениям в экосистемах и сопровождается перестройками видового состава и структуры растительных сообществ, влияет на разнообразие и численность животных.

Площадные характеристики категорий среды обитания в Ханкайском заповеднике в 1990, 2017 и 2020 гг.

| Участок | Год | Болота | | Сырые луга | | Оз. Ханка | | Внутренние водоемы | | Леса | | Кустарники и редколесья | |
|----------------|------|----------|------|------------|------|-----------|------|--------------------|------|-------|------|-------------------------|------|
| | | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % |
| Сосновый | 1990 | 172,4 | 41,4 | 60,1 | 14,4 | 151,9 | 36,5 | 31,9 | 7,7 | 0,0 | 0,0 | <0,1 | <0,1 |
| | 2017 | 17,5 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 398,9 | 95,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2020 | 24,5 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 391,9 | 94,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Мельгуновский | 1990 | 260,3 | 76,2 | 33,5 | 9,8 | 47,7 | 14,0 | <0,1 | <0,1 | 0,0 | 0,0 | <0,1 | <0,1 |
| | 2017 | 29,6 | 8,7 | 0,0 | 0,0 | 311,9 | 91,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2020 | 29,6 | 8,7 | 0,0 | 0,0 | 311,9 | 91,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Речной | 1990 | 6356,4 | 50,3 | 3533,3 | 27,9 | 2528,7 | 20,0 | 225,8 | 1,8 | 2,9 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| | 2017 | 2645,6 | 20,9 | 1,0 | <0,1 | 9845,4 | 77,8 | 152,3 | 1,2 | 2,7 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| | 2020 | 2191,2 | 17,3 | 1,0 | <0,1 | 10 267,4 | 81,2 | 185,0 | 1,5 | 2,5 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Журавлиный | 1990 | 7768,0 | 68,9 | 2970,5 | 26,3 | 48,3 | 0,4 | 427,4 | 3,8 | 66,6 | 0,6 | <0,1 | <0,1 |
| | 2017 | 7549,0 | 66,9 | 495,5 | 4,4 | 1782,7 | 15,8 | 1418,9 | 12,6 | 34,6 | 0,3 | <0,1 | <0,1 |
| | 2020 | 7434,4 | 65,9 | <0,1 | <0,1 | 2168,3 | 19,2 | 1643,4 | 14,6 | 34,6 | 0,3 | <0,1 | <0,1 |
| Чертово болото | 1990 | 10 205,6 | 69,9 | 4311,2 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | <0,1 | 79,9 | 0,5 | 2,2 | <0,1 |
| | 2017 | 10 601,4 | 72,6 | 2996,2 | 20,5 | 0,0 | 0,0 | 896,3 | 6,1 | 106,4 | 0,7 | 3,2 | <0,1 |
| | 2020 | 10 283,0 | 70,4 | 2423,7 | 16,6 | 0,0 | 0,0 | 1782,2 | 12,2 | 111,4 | 0,8 | 3,2 | <0,1 |
| Общий итог | 1990 | 24 762,7 | 63,0 | 10 908,6 | 27,8 | 2776,6 | 7,1 | 689,7 | 1,8 | 149,3 | 0,4 | 2,2 | <0,1 |
| | 2017 | 20 843,1 | 53,1 | 3492,6 | 8,9 | 12 338,8 | 31,4 | 2467,6 | 6,3 | 143,7 | 0,4 | 3,2 | <0,1 |
| | 2020 | 19 962,7 | 50,8 | 2424,6 | 6,2 | 13 139,4 | 33,4 | 3610,6 | 9,2 | 148,5 | 0,4 | 3,2 | <0,1 |

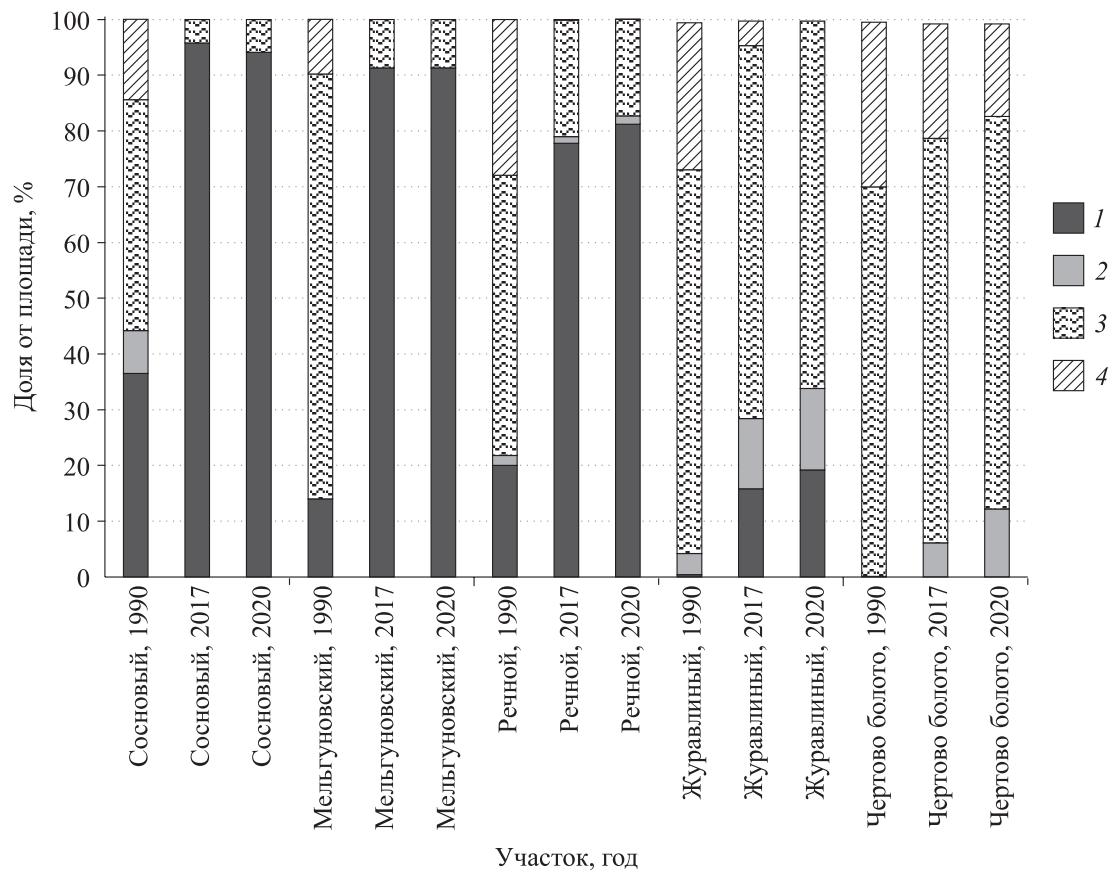


Рис. 5. Изменение долей основных категорий среды обитания в площади отдельных кластеров Ханкайского заповедника с 1990 по 2020 г.

1 — оз. Ханка; 2 — другие водоемы; 3 — болота; 4 — сырые луга.

Преобладающим ландшафтом восточной и юго-восточной частей побережья оз. Ханка являются открытые равнины, покрытые преимущественно травяными болотами и вейниковыми лугами. С понижением уровня воды происходит осушение прибрежных территорий и более широкое распространение луговой растительности. Напротив, при подъеме воды затапливаются обширные пространства, что приводит к заболачиванию.

Результаты геоботанических исследований свидетельствуют о сильной мозаичности и комплексности распределения ассоциаций в зависимости от микрорельефа в пределах луговых и болотных растительных сообществ [5, 6, 13, 14]. Так, по «Карте растительности Суйфуно-Ханкайской равнины...» [15] на территориях, где в 1990 г. был организован Ханкайский заповедник, в начале 1950-х гг. обширные площади занимали: осоковые низинные болота в комплексе с тростниками; мезофильные злаковые луга из вейника Лангсдорфа и вейника узколистного; травяные болота (преимущественно осоковые и тростниково-осоковые) в сочетании с переувлажненными осоково-вейниковыми и вейниковыми лугами. По восточному и юго-восточному побережью оз. Ханка располагались плавни.

Снижение уровня воды к 1980 г. вызвало осушение огромной территории прилегающих болот, сырьих лугов и плавней вдоль юго-восточного и восточного побережий озера. Многочисленные небольшие озера на этой территории высохли или превратились в небольшие лужицы, само оз. Ханка стало практически несудоходным. Обмелевшие водоемы летом сильно прогревались, что приводило к ускорению окислительных процессов и, как следствие, к гибели рыб. Осенью и весной травяные пожары (палы) охватывали от 55 до 90 % массивов водно-болотных угодий. Гибель от пожаров, ухудшение защитных и кормовых условий местообитаний, возрастание пресса хищников и усиление фактора беспокойства от охотников и совхозных стад — все это резко снизило численность гнездящихся водоплавающих птиц [16].

Как следует из правоустанавливающих документов [7], на год создания заповедника его территории была представлена преимущественно болотами (~64 %). Акватория оз. Ханка и приусտевых озер составляла 15 %, на пастбища и сенокосы, ранее относящиеся к различным совхозам, приходилось по 8 и 6 % соответственно от общей площади заповедника. Другие категории среды обитания, включая леса, кустарниковые заросли и др., занимали суммарно менее 7 %.

Начиная с 1992 г. уровень оз. Ханка стал подниматься (см. рис. 2). На участке Журавлином в 1992–1995 гг. преобладала водно-болотная и прибрежно-водная растительность, представленная заболоченными вейниками и вейниково-разнотравными лугами, кустарничково-осоково-моховыми болотами и осоковыми болотами [8]. Основную часть участка Речного тогда занимали тростниковые и вейниковые болота, береговые плавни и прибрежные заросли ив [8]. В 1996–2002 гг. вновь произошло снижение уровня оз. Ханка. Однако уже с 2007 г. был отмечен довольно устойчивый подъем, достигший максимума в 2016 г. (см. рис. 2). На него оказывали влияние как природные, так и антропогенные факторы, но точное соотношение между ними до сих пор не выявлено [17].

Современное повышение уровня воды в озере привело к затоплению обширных пространств. Влияние затопления на растительность заповедника проявилось через изменение соотношения площадей, покрытых болотами и лугами. Увеличение числа и площади водных объектов в результате наводнения способствовало уменьшению риска возникновения травяных пожаров. В период с 2015 по 2019 г. на территории заповедника выгорало ежегодно от 2050 до 6800 га нелесных участков, но в самый многоводный, 2016 г. пожаров не было [1].

Увеличение числа и/или площади мелких озер, проток и каналов привело к более массовому развитию водной растительности. Так, к 2021 г. по сравнению с 1990 г. площадь произрастания краснокнижного вида эвриалы устрашающей (*Euryale ferox* Salisb.) увеличилась в несколько раз [18]. Размыв берегов оз. Ханка привел к гибели произраставших здесь растений, в том числе кустарников и деревьев [3]. Популяция травянистого бобового растения остролодочника ханкайского (*Oxytropis chankaensis* Jurz.), включенного в Красную книгу Приморского края, оказалась под угрозой исчезновения вследствие затопления участка Соснового. До наводнения этот вид произрастал на о-ве Сосновом и двух песчаных косах — Пржевальского и Арсеньева. В 2017–2021 гг. о-в Сосновый и коса Арсеньева были полностью покрыты водой, например, 9 июня 2021 г. глубина воды над островом составила 1,5 м. На месте косы Пржевальского в 2019–2020 гг. остались лишь два маленьких песчаных островка, на которых произрастало 15–20 растений остролодочника. В октябре 2021 г. на фоне снижения уровня воды в оз. Ханка на месте косы Пржевальского образовался остров протяженностью 500 м, на котором было обнаружено около 1000 экземпляров вегетирующих растений и несколько цветущих [19].

В результате наводнения под воду ушли и обширные ханкайские плавни — растительные сообщества, образованные различными видами осок и злаковых. Они способны формировать прочную дернину и ранее покрывали десятки квадратных километров водного пространства мелководных заливов оз. Ханка. Обладая большой плавучестью, плавни являются привлекательным для водоплавающих птиц местом гнездования, защищенным от внешних угроз. В условиях современного высокого подъема воды плавни юго-восточного и восточного побережий оз. Ханка разрушились.

Увеличение площади оз. Ханка вследствие подъема уровня воды в нем в последние годы привело к тому, что покрытые в прежние годы наземной растительностью участки суши оказались на глубине 1,0–1,5 м. Количество растительных остатков в воде возросло, улучшилась кормовая база для ракообразных и рыб [20]. Площадь нерестилищ рыб также существенно возросла. Все это способствовало увеличению численности некоторых видов: сазана амурского (*Cyprinus rubrofuscus* Lacépide), краснопера монгольского (*Chanodichthys mongolicus* Basilewsky) и горбушки (*Chanodichthys oxycephalus* Bleeker) [21]. По другим группам животных оценки влияния увеличения обводненности территории на их численность не столь однозначны и зависят от экологии конкретных видов.

В оз. Ханка и на приусыревых участках рек Мельгуновки (участок Мельгуновский) и Илистой (участок Речной) обитает самая крупная в России популяция дальневосточной черепахи (*Pelodiscus maackii* Brandt). Вид занесен в Красные книги РФ, Приморского края, Хабаровского края, Амурской и Еврейской Автономной областей. По экспертным данным, в 2000–2001 гг. в районе оз. Ханка их насчитывалось не менее 3 тыс. особей. Наводнение привело к уменьшению численности из-за ликвидации основных мест откладки яиц на участке Сосновом и затоплению на других участках заповедника уже отложенных черепашьих кладок [22].

Подъем уровня воды в озере сказался и на численности гнездящихся здесь водно-болотных птиц. При этом отмечено как отрицательное, так и положительное влияние повышения уровня. Так, после затопления о-ва Соснового и прибрежных песчаных кос пропали колонии малой крачки (*Sterna albifrons* Pallas) (Красные книги РФ и Приморского края) [23]. Наблюдаются изменения численности и пространственного расселения монгольской чайки (*Larus mongolicus* Sushkin): большая часть гнездившихся ранее у западного побережья оз. Ханка птиц переселилась в кластер Речной, где их численность возросла за несколько лет с 210 пар в 2017 г. до 1200 пар в 2022 г. Перемещение такого значительного числа крупных чаек — хищников в отношении других водно-болотных птиц — привело к снижению числа гнездящихся птиц других видов на данном участке [24].

Негативное влияние повышения уровня воды в водоемах на численность гнездящихся птиц проявилось и опосредованно, через уничтожение гнездопригодных местообитаний. В условиях высокого уровня воды в оз. Ханка штормовые явления и зимний ледостав практически уничтожили ивовые заросли в устье р. Илистой (кластер Речной), где располагается единственная на Приханкайской низменности колония малых цапель (кваква, малая белая цапля, средняя белая цапля, южная белая цапля) [19].

С другой стороны, увеличение численности различных видов рыб способствовало, в свою очередь, росту численности гнездящихся рыбоядных птиц. Так, численность гнездящихся больших бакланов (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus), насчитывавшая в 1980–1990-е гг. 40–140 пар, к 2020 г. достигла более 1700 пар [19]. Значительные по площади мелководные разливы служат также хорошими местами для отдыха и кормления мигрирующих гусеобразных птиц в период осеннего пролета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С 1990 по 2020 г. произошло изменение площадей основных категорий среды обитания видов флоры и фауны в пределах заповедника вследствие подъема уровня воды в оз. Ханка. Наземная часть кластеров Соснового, Мельгуновского и Речного в 2017–2020 гг. была практически полностью уничтожена; в кластере Журавлином (на участке возле оз. Лебединого в большей степени, вдоль р. Сунгача — в меньшей) велика доля затопленных территорий, а также произошла замена луговых сообществ болотами. Наименьшие изменения регистрируются в кластере Чертово болото, но и он подвергся существенному затоплению из-за разлива р. Сунгача и других водотоков.

В 2020 г. водные объекты занимали 42,6 % от всей площади заповедных территорий. На долю оз. Ханка при этом приходилось 33,4 % от общей площади заповедника. Болота и луга в целом занимали около 57 %, из которых большая часть была покрыта болотами. Локальные лесные участки были приурочены к холмистой местности и, как и ранее, занимали менее 1 % территории.

Увеличение обводненности территории способствовало снижению рисков травяных пожаров, характерных для заповедника в более засушливые годы. Изменение структуры местообитаний в пределах заповедника привело к массовому развитию водной растительности, увеличению популяции отдельных видов ракообразных и рыб, что, в свою очередь, привело к росту численности гнездящихся рыбоядных птиц. В то же время отмечается уменьшение численности дальневосточной черепахи и малой крачки.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (AAAA-A16-116111610032-5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Коженкова С.И., Сушицкий Ю.П., Тиунов И.М., Качур А.Н.** Государственный природный биосферный заповедник «Ханкайский»: история и современное состояние // Вопросы географии. Сб. 152: Человек и биосфера: вечно актуальная тема взаимодействия человека с природой. — М.: Медиа-ПРЕСС, 2021. — С. 378–404.
2. **Журавлев Ю.Н., Клышевская С.В., Новикова П.А., Гузев М.А., Никитина Е.Ю., Тимофеева Я.О.** К вопросу о колебаниях уровня озера Ханка // Вестн. ДВО РАН. — 2018. — № 4. — С. 88–94.
3. **Махинов А.Н.** Озеро Ханка: подъем уровня воды, его масштабы и последствия // Природа. — 2020. — № 11 (1263). — С. 37–45.
4. **Колесников Б.П., Куренцова Г.Э., Иванова И.Т., Покровская Т.М., Воробьев Д.П., Розенберг В.А.** Итоги геоботанического карттирования советского Приморья // Биологические ресурсы Дальнего Востока. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — С. 7–26.
5. **Куренцова Г.Э.** Растительность Приханкайской равнины и окружающих предгорий. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — 140 с.
6. **Белая Г.А.** Луговая и болотная растительность Приханкайской равнины: экология и охрана // Проблемы сохранения водно-болотных угодий международного значения: озеро Ханка: Труды Междунар. науч.-практ. конференции. — Спасск-Дальний: Изд. Гос. природ. заповедника «Ханкайский», 1995. — С. 33–34.
7. **Летопись природы.** — Спасск-Дальний: Изд. Гос. природ. заповедника «Ханкайский», 1994. — Т. 1. — 423 с.
8. **Баркалов В.Ю., Харкевич С.С.** Сосудистые растения Ханкайского государственного заповедника // Бот. журн. — 1996. — Т. 81. — С. 104–116.
9. **Короткий А.М., Михайлов М.А., Китаев И.В., Курносов В.Б.** Литология и геохимия современных озерных отложений гумидной зоны (на примере оз. Ханка). — М.: Наука, 1979.
10. **Глубоков В.Н.** Гидролого-водохозяйственные аспекты экологического развития бассейна озера Ханка // Проблемы сохранения водно-болотных угодий международного значения: озеро Ханка: Труды Междунар. науч.-практ. конференции. — Спасск-Дальний: Изд. Гос. природ. заповедника «Ханкайский», 1995. — С. 108–111.
11. **Xu H.** Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery // Intern. Journ. of Remote Sensing. — 2006. — Vol. 27, N 14. — P. 3025–3033.
12. **Васьковский М.Г.** Гидрологический режим озера Ханка. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 175 с.
13. **Шишкин И.К.** Типы лугов Приханкайского района и их хозяйственная ценность // Производительные силы Дальнего Востока. Вып. 3: Растительный мир. — Хабаровск; Владивосток, 1927. — С. 121–145.
14. **Болотова В.М.** Материалы к изучению растительного покрова Ханкайской низменности // Труды Дальневост. гос. ун-та. Сер. 5. — Владивосток: Типография Дальневост. гос. ун-та, 1930. — № 9. — 54 с.
15. **Куренцова Г.Э., Колесников Б.П.** Объяснительная записка к карте растительности Суйфуно-Ханкайской равнины и прилегающих к ней предгорий Сихотэ-Алиня и Маньчжурской горной страны // Материалы по физической географии юга Дальнего Востока. — М.: Изд-во АН СССР, 1953.
16. **Велижанин А.Г., Гусаков Е.С.** Продуктивность угодий озера Ханка и некоторые причины ее изменения // Повышение продуктивности охотничих угодий. — М., 1982. — С. 78–94.
17. **Бакланов П.Я., Качур А.Н., Ермошин В.В., Коженкова С.И., Махинов А.Н., Бугаец А.Н., Базарова В.Б., Ким В.И., Шамов В.В.** Современные геоэкологические проблемы в бассейне озера Ханка // География и природ. ресурсы. — 2019. — № 4. — С. 33–43.
18. **Коженкова С.И., Артемчук И.А.** Эвриала устрашающая и лотос Комарова в Ханкайском заповеднике, Приморский край // Экология и природопользование: прикладные аспекты. — Уфа: Изд-во Башкир. гос. пед. ун-та, 2023. — С. 116–120.
19. **Коженкова С.И., Базаров К.Ю., Тиунов И.М.** Проблемы сохранения биологического разнообразия в Ханкайском заповеднике, Приморский край // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. — Воронеж: Изд. дом Воронеж. гос. ун-та, 2023. — Т. 2. — С. 60–62.
20. **Барabanников Е.И., Шаповалов М.Е.** Распределение и динамика количественных показателей дальневосточных пресноводных креветок (сем. Palaemonidae) в оз. Ханка в летне-осенний период 2018 года // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — 2019. — № 8. — С. 23–27.

21. Зуенко Ю.И., Шаповалов М.Е., Курносова А.С. Современные изменения уровня озера Ханка и их последствия для промысловых ресурсов // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 4. — С. 935–950.
22. Маслова И.В. Влияние подъема уровня воды в озере Ханка на состояние местной популяции дальневосточной черепахи // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. — Владивосток: Дальнавука, 2016. — С. 198–204.
23. Глушенко Ю.Н., Коробов Д.В., Тиунов И.М., Коробова И.Н. Китайская малая крачка *Sterna albifrons sinensis* на Дальнем Востоке России // Рус. орнитол. журн. — 2022. — Т. 31. — С. 4007–4027.
24. Глушенко Ю.Н., Тиунов И.М., Коробов Д.В., Катин И.О., Коробова И.Н., Вялков А.В. Гнездящиеся птицы Приморского края: монгольская чайка *Larus mongolicus* // Рус. орнитол. журн. — 2022. — Т. 31. — С. 2299–2325.

Поступила в редакция 15.05.2023

После доработки 07.12.2023

Принята к публикации 07.05.2024
