

Общая природная характеристика и экологические проблемы Чановской и Кулундинской озерных систем и их бассейнов

О. Ф. ВАСИЛЬЕВ, В. А. КАЗАНЦЕВ, П. А. ПОПОВ, В. В. КИРИЛЛОВ

*Институт водных и экологических проблем СО РАН
630090 Новосибирск, Морской просп., 2*

АННОТАЦИЯ

Дана общая характеристика природных условий озерных экосистем юга Обь-Иртышского междуречья. Показаны особенности формирования озерных котловин, структуры и функционирования водных и водно-наземных биоценозов озер Чаны и Кулундинское.

ВВЕДЕНИЕ

Озера во многом определяют жизнь природы и общества. Как аккумуляторы воды, энергии, питательных и загрязняющих веществ с водосборного бассейна и атмосферы, как места обитания живых организмов и объекты человеческой деятельности озера влияют и сами оказываются под влиянием естественных и антропогенных изменений в локальных и региональных ландшафтах и атмосфере.

Использование человеком природных ресурсов для удовлетворения своих потребностей – это исторически сложившийся, экологически возможный и даже необходимый элемент взаимодействия человеческой популяции с наземными и водными экосистемами. При этом, с точки зрения биосферно-биогеоценологических позиций, как сформулировал В.Н Тимофеев-Ресовский [1], человечество должно научиться жить “на проценты” с круговорота вещества и энергии в биосфере, не истощая, как это имеет место до сих пор, а, наоборот, наращивая природные ресурсы и производительные силы биосферы.

Озерные экосистемы юга Обь-Иртышского междуречья являются объектами природопользования как источники водных и биологических ресурсов, торфа, сапропелей,

мергелей, солей, лечебных грязей. Озера этого региона на юге Западной Сибири являются местами гнездования и обитания водоплавающих птиц, биотопами многих млекопитающих. Значительна роль озер как рекреационных объектов.

Естественная эволюция озер и изменения, вызываемые деятельностью человека, определяют необходимость оценки современного состояния и установления факторов динамики, разработки рекомендаций по оптимизации использования и обеспечению благоприятных условий функционирования их экосистем.

В настоящем выпуске представлены результаты исследований озер, расположенных в южной части Обь-Иртышского междуречья, среди которых наибольшими по величине акватории являются Чаны и Кулундинское, входящие по этому показателю в число 253 больших озер мира [2].

КРАТКИЙ ОБЗОР

Чановская озерная котловина, расположенная на Барабинской равнине, является самой крупной системой внутреннего стока на юге Сибири. Центральную часть ее занимает оз. Чаны, имеющее извилистую конфигурацию береговой линии. Акватория озера

разделяется на несколько относительно самостоятельных лимносистем, которые получили название “плесов” [3]. Выделяют Тагано-Казанцевский, Яркоковский, Чиняихинский, Юдинский плесы. Реками Каргат, Чулым и протоками оз. Чаны соединено с другими озерами, из которых самыми крупными являются Малые Чаны, Яркуль, Урюм, Саргуль.

Чановская геосистема – уникальное природное образование. Во-первых, она расположена в пределах лесостепной зоны. Другие крупные геосистемы внутреннего стока в пределах Центральной Азии находятся в степной, полупустынной и пустынной зонах (Убсу-Нур на границе Монголии с Тывой, Торейские озера на юге Забайкалья). Это обстоятельство определяет возможность использовать Чановскую озерную систему в качестве индикатора для выявления циклов сухих и влажных лет [3]. Во-вторых, резкая и быстрая смена циклов усыхания – обводнения дает возможность проследить эволюционно-динамические аспекты ландшафтов периодически обсыхающих озерных котловин и прилегающих к ним территорий. В-третьих, появляется возможность установить “дальность” воздействия озерных акваторий и осушенных земель на природные системы как локального (местности, урочища, фации), так и регионального (ландшафты, округа, провинции, области) уровня. В-четвертых, Чановская озерно-котловинная система характеризуется проявлением многих специфических особенностей. Это гривно-лощинные формы рельефа, широкое развитие лессовых отложений на прилегающих территориях и в гривных толщах, маломощность озерных отложений, ярусная обводненность и неоднородность почвенно-грунтовой толщи, исключительно высокая контрастность, комплексность, резкие эволюционно-динамические изменения почвенно-растительного покрова, широко развитые процессы засоления, осолонцевания, осолодения почв.

Образование Чановского понижения связано с общими тектоническими процессами, сформировавшими Барабинскую равнину. Мезо-кайнозойский чехол имеет здесь значительную мощность. Глубина залегания палеозойского фундамента в районе г. Татарска (к СЗ от Чановской котловины) достигает 2500 м [4]. В течение всего мезо-кайнозоя террито-

рия испытывала в основном слабое погружение – Чановская депрессия занимает центральную часть Омско-Кулундинской синеклизы. Последняя морская трансгрессия в палеоцене и эоцене оставила мощные толщи глин, которые образовали региональный водоупор (тавдинская свита) [5, 6]. Позднее был только континентальный режим. Однако в позднезрянское (сартанское) время (~30 тыс. лет назад) здесь существовал обширный озерный водоем, включающий и устьевые части рек Каргат и Чулым [7]. Отложения “озера-моря” фиксируются по абс. отм. 125-130 м и соответствуют, по-видимому, карасукской свите неоплейстоцена (I, а II–III kr). Полученные данные позволили провести это сопоставление [5, 8].

Современная котловина оз. Чаны окончательно оформилась в голоцене. Генезис ее проблематичен. Основные гипотезы ее образования суффозионно-просадочная и дефляционная. В течение голоцена озеро неоднократно появлялось и исчезало. Скважинами у с. Широкая Курья в интервале трех метров в озерных отложениях фиксируются четыре погребенные почвы с датировками от 820 ± 120 до 5530 ± 210 лет, что свидетельствует о маломощности собственно озерных отложений [9]. Здесь отмечено два-три яруса грунтовых вод [8]. Циклические изменения климата также способствовали значительным колебаниям водности озера.

Площадь водосборного бассейна оз. Чаны равна 29 930 км², величина акватории в настоящее время (2004 г.) составляет около 1500 км², глубины на разных участках колеблются от 1,4–1,9 (ЮВ часть озера) до 4,8–8,5 м (оз. Яркуль). Озерная акватория в 1787 г. более чем вдвое превышала по площади современные границы. Обводнено было Сума-Чебаклинское понижение к западу от озера. Оно включало систему озер Абышкан и Сумы (Чебаклы). Озеро Сартлан с востока двумя протоками соединялось с оз. Чаны [3]. Построенная в 1971 г. земляная дамба, отделившая Юдинский плес от основной части озера, способствовала его почти полному усыханию в течение 30 лет. Обсохшие территории включаются в почвообразование и в эоловую переработку материала. Скорости этих процессов оказались значительно выше, чем предполагалось ранее. На обсохших участках

за 30–60 лет сформировались комплексы луговых, солонцовых и солончаковых почв. Песчаные дюны высотой до 1,5 м и протяженностью в десятки метров образуются менее чем за 15 лет.

Водоразделы прилегающих равнин, длительно формирующиеся гряды ЮЗ-СВ простирания, сложены карбонатными лессовидными породами. Лессовые накопления прерываются несколькими (до шести) циклами почвообразования, когда интенсивность эолового переноса резко замедлялась [10]. Материал в основном привносится с территории Казахстана и Средней Азии при действии устойчивых ветров юго-западных и западных направлений. Оттуда же с солончаковых поверхностей выносятся на территорию Барабы соли, преимущественно сульфаты. Такие предположения о генезисе солей данной территории выдвигались некоторыми исследователями [11, 12] и в последнее время получили подтверждение работами международной экспедиции с использованием методов дистанционного зондирования.

Неравномерность по пространству и непостоянство солевого привноса, резкие колебания климата и обводненности способствуют специфическим особенностям почвообразования. Они выражены в контрастности (резкой смене на уровне типов почв на коротких отрезках), комплексности (частой смене почвенных выделов, их мелкоконтурности) и интенсивных эволюционно-динамических проявлениях, вплоть до смены типа почв во времени и пространстве (например, превращении луговых почв в солончаки со значительными вариациями по площади распространения от года к году).

Основное сельскохозяйственное использование земель Чановской котловины и прилегающих территорий – сенокосные угодья, луга, пастбища. Распаханы лишь водораздельные пространства, вершины и склоны многих гряд, занятые лугово-черноземными почвами, черноземами южными и обыкновенными. В озере осуществляется рыболовство. Уникальным живописным участком является Казанцевский мыс оз. Чаны с фрагментами соснового и дубового лесов [13].

Таксономический состав, уровень развития, пространственное распределение и динамика растительного и животного населе-

ния оз. Чаны определяются особенностями гидрологического и гидрохимического режимов водоема, как и в других водных экосистемах [14–18].

Основным фактором, влияющим на биоценоз оз. Чаны, является урочный режим, что подтверждается проведенными ранее [19] и осуществляемыми в последние годы исследованиями, некоторые результаты которых отражены в публикациях данного номера. В периоды понижения уровня воды происходят повышение минерализации, сокращение жизненного пространства для беспозвоночных и площади нагульных и нерестовых угодий для рыб, в подледный период (особенно в последние месяцы зимы) – существенное снижение в воде концентрации кислорода. Зимний дефицит кислорода связан и с тем, что с уменьшением глубин в обширных мелководных зонах озера летом происходит более интенсивное развитие макрофитов, с последующим увеличением количества органических веществ в результате активного развития и отмирания растительности. Таким образом, наблюдается так называемое “макрофитное эвтрофирование водоема” [20], при котором проявляются как положительные, так и отрицательные черты влияния макрофитов на другие организмы биоценоза [21, 22].

По химическому составу воды оз. Чаны, согласно классификации О. А. Алекина [23], относятся к солоноватым хлоридного класса натриевой группы третьего типа. Минерализация, по данным за 1976–1978 гг. [3], колеблется в широких пределах – от 0,8–5,3 г/дм³ (Малые Чаны) до 2,4–20 г/дм³ (остальные плесы).

Пространственная неоднородность минерализации воды в оз. Чаны определяет особенности состава и продуктивности организмов всех трофических уровней на различных участках озера. При ее увеличении уменьшается таксономическое разнообразие альгофлоры. В слабоминерализованных условиях Малых Чанов фитопланктон богаче по составу и количеству, чем на других, более минерализованных участках озера [24, 25]. Из 98 видов зоопланктона, обнаруженных в водоеме за период с 1973 по 1998 г., в его опресненной части (Малые Чаны) отмечено 90, а в наиболее минерализованной (Юдинский

плес) – только четыре вида [25, 26]. В составе бентического населения (114 видов с преобладанием хирономид) отсутствуют типично солоновато-водные виды. Население солоновато-водной зоны сформировано из пресноводных эврибионтных организмов, адаптировавшихся к условиям минерализации водоема [27]. Различия по составу и количеству зообентоса обусловлены в большей степени характером грунтов, чем минерализацией воды [3]. Из отмеченных в 1970-х гг. 45 форм личинок хирономид в последние годы столетия обнаружено лишь 29, способных существовать в сравнительно широком диапазоне минерализации воды [28]. Повышение минерализации понижает точку замерзания и способствует образованию зимой на значительной части акватории озера слоя переохлажденной воды ($-0,9...-0,4$ °C) [29], в котором большинство гидробионтов, включая наиболее активных в это время года рыб, находятся в угнетенном состоянии [22, 30, 31].

Уровенный режим и минерализация оказывают влияние на жизнедеятельность рыб оз. Чаны и в конечном итоге – на их численность [32–34]. В соответствии с официальной статистикой, в период с 1911 по 2000 г. ежегодный промысловый вылов всех видов рыб в оз. Чаны составлял в среднем 3626 т, с минимумом в 1941 г. – 214,5 т и максимумом в 1932 г. – 9175 т. В период с 1991 по 2000 г. включительно ежегодный промысловый вылов рыб в озере составил в среднем 1683 т. До 1999 г. большую часть уловов составляли плотва, окунь и язь, в 1999 и 2000 гг. – серебряный карась (амурский) (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)). Этот случайно интродуцированный вид оказался наиболее устойчивым к зимнему дефициту кислорода.

Значительное число островов (58), обширная площадь мелководий и их высокая биологическая продуктивность, обилие произрастающих в прибрежной зоне воздушно-водных растений, биотопическое разнообразие прилегающих к озеру участков суши создают благоприятные условия для размножения, линьки и кормежки более 250 видов птиц. Особую ценность представляют гнездовые колонии черноголового хохотуна (*Larus ichthyaetus* Pallas) и чегравы (*Hydroprogne tschegrava* (Lepeschin)). Весной и осенью на озере останавливаются многочисленные пере-

летные птицы: лебеди, гуси, утки, лысухи, кулики, чайки, крачки, журавли [36]. В зарослях воздушно-водной растительности и на прилегающей к оз. Чаны территории обитает несколько десятков видов млекопитающих, в т. ч. имеющих важное охотничье-промысловое (ондатра, куньи, косуля) и эпидемиологическое (водяная крыса и некоторые другие грызуны) значение [37]. В бассейне оз. Чаны расположено шесть заказников. В 1995 г. Чановская озерная система объявлена водно-болотным угодьем международного значения и включена в список Рамсарской конвенции.

Кулундинское озеро является самым крупным водоемом Кулундинской равнины и вместе с впадающими в него реками Кулундой и Суеткой, озером Кучук с его притоком р. Кучук образует единую озерно-речную геосистему. Площадь водосбора озера составляет 24 000 км², площадь водного зеркала – 728 км², средняя глубина 3,2 м, максимальная – 4,9 м.

В течение позднего плейстоцена и четвертичного периода при чередовании эрозионных и аккумулятивных циклов сформировалась 50–60-метровая толща песчаных отложений, залегающих на глинах неогена. Кулундинское озеро и другие озера центральной части равнинного Алтая считаются остаточными водоемами более крупного озерного бассейна, колебания уровня и деградация которого в плейстоцене привели к формированию серии расположенных на разных отметках трех террасовых уровней. Долина р. Кулунды плавно переходит в плоские и волнистые котловинно-западинные и ложбинные аккумулятивные поверхности. Почвы этих территорий луговые, солонцовые, солончаковые каштановые, образующие мозаичную, комплексную структуру. Растительный покров Кулундинской геосистемы представлен древесно-кустарниковыми пойменными лесами, лугами, в том числе солончаковыми, осиново-березовыми колками на поверхности террас. На повышенных участках равнины расположены лугово-степные и степные комплексы.

Геологические, гидрогеологические и физико-географические условия бассейна озера определяют состав вод притоков и питающих озеро подземных вод и в конечном счете – химический состав его воды. Ми-

нерализация воды в оз. Кулундинском (от 70–100 до 260 г/л в период открытой воды) соответствует типу гипергалинных или соляных озер [23].

В предисловии к книге “Кулундинские соляные озера и пути их освоения” [37] академик А. Е. Ферсман писал: “Пояс соляных озер, начинающийся в Венгрии и проходящий через Молдавию, Крым и Северный Кавказ, получает особое развитие вблизи течения Волги, преимущественно у ее устья. На территории Казахстана количество озер достигает максимума, продолжаясь в обширном Обь-Иртышском междуречье – Кулундинской степи. Далее следует некоторый разрыв вплоть до Минусинской котловины, где имеется ряд небольших озер. Восточнее на территории Союза соляные озера встретятся лишь в Забайкалье”.

Для экосистемы Кулундинского озера, как и других соляных озер, характерна низкая скорость не только внешнего водообмена, что свойственно для всех озер, но и солеобмена. При этом наблюдается асинхронность этих процессов – интенсивность солеобмена ниже, чем водообмена. Соляные озера, отличаясь по общему количеству солей и относительной концентрации различных катионов и анионов, представляют собой очень разнообразное места обитания живых организмов. Кроме солености и водообмена пространственную неоднородность и динамику структурных и функциональных характеристик биоценоза Кулундинского озера определяют северо-восточные ветра со скоростью более 12 м/с. Ветровое воздействие на значительную по величине и мелководную акваторию приводит к полному вертикальному перемешиванию и перемещению водных масс по горизонтали.

В автотрофном компоненте биоценоза оз. Кулундинского преобладают синезеленые и зеленые (в основном нитчатые) водоросли [38]. Гетеротрофы представлены галофильными видами простейших, коловраток, веслоногих и ветвистоусых рачков, на участках некоторого распреснения воды – личинками комара *Chironomus salinarius* Thien. Но доминирует по численности и биомассе среди гетеротрофов озера ярко выраженный галобийонт – жаброногий рачок артемия, описанный как *Artemia sibirica* Anikin [39], дости-

гающий здесь промыслового уровня развития. Кулундинское озеро – самый большой артемиевый водоем России. Репродуктивный потенциал популяции рачка возрастает при повышении температуры воды и снижается при увеличении минерализации [40].

Артемия – неспецифический фильтратор и последнее звено пастбищной пищевой цепи в Кулундинском озере, где, как и в других гипергалинных озерах, рыба отсутствует. Лишь в р. Кулунде в сравнительно небольшом количестве обитают шесть видов рыб [41]. Деструкторами отмерших организмов и органики в оз. Кулундинском являются бактерии-галобийонты, играющие, как известно [42], заметную роль в питании животных планктона и бентоса лимнических систем.

В береговой зоне озера отмечено 126 видов птиц. На островах есть гнездовые колонии чаек, крачек и куликов. Недавно обнаружена колония черноголового хохотуна. Действуют два комплексных природных заказника: с 1975 г. – “Благовещенский” площадью 4920 км² и с 1999 г. – “Суетский” площадью 1980 км². Кулундинское озеро с прилегающей территорией входит в Перспективный список Рамсарской конвенции [43].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оптимизации природопользования, разработки мер по охране природной среды Причановской и Кулундинской равнин необходимо проведение здесь синхронных комплексных исследований (ландшафтных, геологических, геоморфологических, гидрологических, гидрогеологических, гидрохимических, почвенных и биологических). В настоящее время такие исследования проводятся в соответствии с программой фундаментальных научных исследований СО РАН и в рамках Международного российско-голландского проекта “Сохранение водно-болотных угодий и их обитателей на юге Западной Сибири”. С российской стороны в проекте участвуют Институт водных и экологических проблем (ИВЭП), Институт систематики и экологии животных (ИСиЭЖ) и Институт почвоведения (ИПА) Сибирского отделения Российской академии наук. С голландской стороны – Экологический консультационный исследователь-

ский центр (VEDA-Consultancy) и Институт управления внутренними водами и очистки сточных вод (RIZA – Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment). Поддерживающие организации: Международное бюро по изучению и сохранению водно-болотных угодий (Wetlands International), Министерство сельского хозяйства, природопользования и рыболовства Нидерландов (LNV). Ретроспективные данные и новые научные результаты, полученные в процессе исследований по российским и международным программам, представлены в публикациях данного номера журнала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ РФ № НШ–22.2003.5, Проекта SE 075 PIN-MATRA Министерства сельского хозяйства, природопользования и рыболовства Нидерландов, Интеграционного проекта СО РАН № 167.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Тюрюканов, В. М. Федоров, Н. В. Тимофеев-Ресовский, Биосферные раздумья, М., Академия естеств. наук, 1996.
2. С. Е. Hendorff, Large Lakes: Ecological Structure and Function, N.Y., Springer-Verlag, 3–38.
3. Пульсирующее озеро Чаны, Л., Наука, Ленингр. отд-ние, 1982.
4. А. Д. Панадиади, Барабинская низменность, М., Гос. изд-во геогр. лит., 1952.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Серия Западно-Сибирская. Омско-Кулундинская подсерия. Листы N-44-VII (Здвинск), N-44-XIII (Верх-Урюм), N-44-XIV (Довольное). Объяснительная записка. Сост. С. П. Казьмин, СПб., Изд-во СПб. картограф. фабр. ВСЕГЕИ, 2001.
6. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Сост. И. М. Земскова, Ю. К. Смоленцев, М. П. Полканов и др., М., Недра, 1991.
7. Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1980.
8. Л. А. Магаева, В. А. Казанцев, *Сиб. экол. журн.*, 2003, 2, 159–170.
9. Г. А. Орлова, Голоцен Барабы. Стратиграфия и радиоуглеродная хронология, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1990.
10. Л. А. Магаева, Мелиорируемая толща почв и пород Приобья, Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО", 2000.
11. П. С. Панин, Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1977, 66–75.
12. В. А. Казанцев, Проблемы педоалогенеза, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1998.
13. Атлас Новосибирской области, М., Федеральная служба геодезии и картографии, 2002.
14. В. И. Жадин, С. В. Герд, Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора, М., Учпедгиз, 1961.
15. В. Д. Федоров, *Изв. АН СССР. Сер. биол.*, 1974, 3, 402–415.
16. J. Illies, *Limnofauna Europea*, Stuttgart, Auflage, 1978.
17. М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд, Экология. Особи, популяции и сообщества, М., Мир, 1989, 1, 2.
18. Р. Саут, А. Уиттик, Основы альгологии, М., Мир, 1990.
19. Экология озера Чаны, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1986.
20. Т. Н. Покровская, Н. Я. Миронова, Г. С. Шилькрот, Макрофитные озера и их эвтрофирование, М., Наука, 1983.
21. Г. Н. Мисейко, Исследования планктона, бентоса и рыб Сибири, Томск, ТГУ, 1981, 36–41.
22. А. А. Максимов, Л. Л. Сипко, В. М. Крайнов, Экология озера Чаны, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1986, 28–57.
23. О. А. Алекин, Основы гидрохимии, Л., Гидрометеоиздат, 1970.
24. Т. А. Сафонова, В. И. Ермолаев, Водоросли водоемов системы озера Чаны, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1983.
25. В. И. Ермолаев, Л. С. Визер, *Сиб. экол. журн.*, 2001, 4, 371–384.
26. Л. С. Визер, *Экология*, 1989, 4, 86–88.
27. Г. Н. Мисейко, Л. Л. Сипко, В. В. Крыжановский, Экология озера Чаны, Новосибирск, 1986, 128–147.
28. Л. С. Визер, М. В. Селезнева, Биологическое разнообразие животных Сибири, Томск, ТГУ, 1998, 125–126.
29. В. П. Власов, Озера Среднего региона, Л., Наука, Ленингр. отд-ние, 1976, 281–332.
30. И. П. Лаптев, Уч. зап. Том. госуниверситета, 1946, 4, 33–53.
31. А. Н. Петкевич, Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири, Новосибирск, 1963, 13–22.
32. В. А. Воскобойников, В. М. Крайнов, В. А. Щенев и др., Экология озера Чаны, Новосибирск, 1986, 158–196.
33. Е. Н. Ядренкина, Биологическое разнообразие животных Сибири, Томск, 1998, 176–177.
34. Е. Н. Ядренкина, *Вопросы ихтиологии*, 2003, 43, 1, 110–117.
35. К. Т. Юрлов, Экология и биоценологические связи перелетных птиц Западной Сибири, Новосибирск, 1981, 5–29.
36. А. А. Максимов, Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1984.
37. А. В. Николаев, Кулундинские соляные озера и пути их освоения, Новосибирск, Запсибкрайгаз, 1935.
38. З. И. Новоселова, Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования, Новосибирск, 1999, 58–72.
39. В. П. Соловов, М. А. Подуровский, Т. Л. Ясучена, Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов, Барнаул, 2001.
40. Л. В. Веснина, *Сиб. экол. журн.*, 2002, 6, 637–646.

41. З. А. Иванова, Рыбы степной зоны Алтайского края, Барнаул, 1962.
42. Б. В. Громов, Г. В. Павленко, Экология бактерий, Л., Наука, Ленингр. отд-ние, 1989.
43. Водно-болотные угодья в России. Т. 3. Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции / Ред. В. Г. Кривенко, М., Wetlands International Global Series № 3, 2000.

General Natural Characteristics and Ecological Problems of the Chany–Kulunda Lacustrine System and Basin of These Lakes

O. F. VASILYEV, V. A. KAZANTSEV, P. A. POPOV, V. V. KIRILLOV

A total characterization of the natural conditions of the Chany and Kulunda lacustrine systems is given. Peculiarities of formation of lake hollows, structure and functioning of aquatic and shoreline biocenoses of the lakes Chany and Kulunda are demonstrated.