

## **5. ОЗЕРА РУССКОЙ РАВНИНЫ ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВНИХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЭПОХИ ПЛЕЙСТОЦЕНА**

Граница наибольшего по своему охвату плейстоценового оледенения – днепровского - в пределах ЕТР проходит, как уже упоминалось ранее, вдоль западной окраины Среднерусской возвышенности от города Сумы на Брянск-Мценск, в районе Тулы пересекает возвышенность, затем языком опускается по Окско-Донской низменности на Елец-Россошь, к устью Хопра и Медведицы, далее граница идет на Пензу-Саранск, пересекает Волгу близ устья Суры, протягивается на Котельнич — Киров — вдоль реки Чепцы — южнее города Глазова к реке Чусовой, и пересекает Урал близ 58° с.ш. Расположенная за ней часть Русской равнины в период плейстоцена оледенениям не подвергалась. В данной главе рассматриваются озера данной территории.

Большая часть юга Русской равнины находится в зоне недостаточного увлажнения. Превышение осадков над испарением характерно лишь для бассейна средней Волги, причем в его центральной и южной части оно носит непостоянный характер (зона неустойчивого увлажнения, где в сухие годы испарение может значительно превышать осадки). В связи с этим, территория Русской равнины, расположенная за пределами распространения плейстоценовых оледенений, разделена нами на два региона – регион средней Волги и регион, характеризующийся недостаточным увлажнением. Граница между ними, с определенной степенью условности, начинается чуть севернее Саратова (~52° с.ш.) и протягивается на восток через Самару (~53.2° с.ш.) к Уфе (~54.7° с.ш.), упираясь в предгорья Урала.

К Волжскому региону до границы с зоной недостаточного увлажнения относятся юго-восточная часть Кировской области, Республика Удмуртия, юго-запад Пермского края, большая часть Республик Марий Эл и Чувашия, Республика Татарстан, северо-западная часть Башкирии, Ульяновская область, восток Пензенской и север Самарской областей, край-

ний север Оренбургской области.

В пределах зоны недостаточного увлажнения на западе оказываются Орловская, Курская, Белгородская области и юго-запад Тульской области, на востоке – Ростовская и Астраханская, большая часть Волгоградской, Саратовской и Оренбургской областей, юг Самарской области, юго-запад республики Башкирия, Республика Калмыкия, равнинные части Краснодарского и Ставропольского краев, Республик Северная Осетия, Ингушетия, Чечня и Дагестан.

Оба региона характеризуются доминированием озер пойменного типа и значительным распространением карстовых и суффозионных (карстово-суффозионных, суффозионно-карстовых) водоемов, на юге широкое распространение получают эоловые котловины. По мере продвижения на юго-восток и нарастания континентальности климата минерализация озерной воды увеличивается, и доминирование пресноводных озер сменяется преобладанием солоноводных и соленых.

В пределах рассматриваемого региона находится и часть самого крупного соленого озера Земли – Каспийского моря. Его северо-западная часть омывает берега Российской Федерации. На сегодняшний день нет международной морской границы по Каспию. Вопросы экологии Каспийского моря посвящена часть 5.3.

### **5.1. Озера средней части Волжского бассейна за пределами распространения ледниковых форм рельефа**

#### **5.1.1. Физико-географическая характеристика региона**

Рассматриваемый регион занимает восток центральной части Русской равнины в пределах бассейна средней Волги и верхней части бассейна нижней Волги до границы с зоной недостаточного увлажнения (рис. 5.1). Как было указано ранее, он включает юго-восточную часть Кировской области, Республику Удмуртия, юго-запад Пермского края, большую часть Республик Марий Эл и Чувашия, Республику Татарстан, северо-западную

часть Башкирии, Ульяновскую область, восток Пензенской и север Самарской областей, край-

ний север Оренбургской области.



**Рисунок 5.1.** Регион 5-1 – Средняя Волга и верхняя часть Нижней Волги до границы с зоной недостаточного увлажнения

Рельеф региона преимущественно равнинный, на большей части приподнятый, характеризующийся значительной густотой и глубиной эрозионного расчленения речной и овражной сетью, особенно четко выраженной в правобережье. Амплитуды высот от 50 до 380 м. Наиболее крупной возвышенностью региона является Приволжская, также к региону относятся Тулвинская, Можгинская, Сарapulьская, Бугульминско-Белебеевская возвышенности и Вятские Увалы. Наиболее крупными низменностями являются Средневятская, Марийская, Кильмезская, Заволжская низменности и Камско-Бельская низина.

Сильное расчленение рельефа обуславливает повышенный поверхностный сток, не создает условий для заболачивания междуречий и не способствует формированию озерной сети региона.

Для всего рассматриваемого региона харак-

терно широкое распространение суффозионных и карстовых процессов. На поверхности водоразделов, террасах и пологих склонах долин, сложенных лессовидными суглинками, встречаются воронки, котловины и блюдцеобразные западины небольшой глубины диаметром в несколько сотен метров, которые имеют просадочное происхождение. Встречаются карстовые поля, изрытые карстовыми воронками, широкими трещинами-ходами и подземными пустотами.

Рассматриваемый регион находится в зоне распространения умеренно-континентального, на юге - континентального климата. Преобладающие континентальные воздушные массы умеренных широт, переносимые юго-западными ветрами, обуславливают холодную морозную зиму и жаркое лето. Среднемесячные температуры воздуха июля  $+22^{\circ}$  —  $+25^{\circ}\text{C}$ ; зима довольно холодная, среднемесячная температура воздуха января и февраля

(-10)° — (-15)°С. Значительное влияние на климат оказывает атлантический воздух, проникающий с запада и способствующий установлению более теплой погоды зимой и более прохладной - летом. Поступающие с севера и северо-востока европейской части РФ холодные арктические массы воздуха нередко вызывают значительные понижения температуры. Теплый и сухой тропический воздух, приносимый южными и юго-восточными ветрами, способствует установлению жаркой и сухой погоды.

Северная часть региона расположена в зоне избыточного увлажнения, а центральная и южная – неустойчивого. Большая часть осадков приносится влажным атлантическим воздухом, их максимум приходится на лето, минимум – на конец зимы, начало весны. Среднегодовое количество осадков варьирует в разных частях региона от 400 до 600 мм, однако оно может значительно изменяться по годам. Для той части региона, которая относится к зоне неустойчивого увлажнения, характерны периодические засухи слабой и средней интенсивности, случающиеся в весеннее и летнее

время. На юге региона возможны суховеи.

Снежный покров устанавливается в ноябре и сохраняется до марта - апреля.

Климатические особенности региона обуславливают размещение на его территории трех зон - южной тайги на севере, смешанных широколиственных лесов, протягивающихся узкой полосой через центр и лесостепи на юге.

### 5.1.2. Происхождение озер и их распределение по территории

Рассматриваемый регион характеризуется низкой озерностью. На большей его части естественная озерность составляет чуть менее одной десятой процента, однако благодаря искусственным водоемам она увеличивается в 30 раз. Большинство расположенных в регионе естественных водоемов имеют незначительные размеры. Больших озер нет, большинство даже наиболее крупных не превышают 5 км<sup>2</sup>, лишь озера Асликуль и Кандрыкуль имеют площадь 23.5 и 15.6 км<sup>2</sup>, соответственно (табл. 5.1).

**Таблица 5.1.** Основные морфометрические характеристики наиболее крупных озер региона, превосходящих по площади зеркала 10 км<sup>2</sup>.

Озера	Область	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м
Асликуль	Башкортостан	23.5	7.5	5.1
Кандрыкуль	Башкортостан	15.6	16.5	7.2

Согласно выполненной в Институте озероведения РАН в 2012-2014 гг. новой оценке озерных водных ресурсов территории Российской Федерации, в выделенном регионе дешифрируется около 32 000 водоемов, из них около 2/3 имеют естественное происхождение. Озер площадью более 1 га – всего около 3 400, а более 1 км<sup>2</sup> - 45. Подробные результаты оценки, проведенной по всем субъектам федерации, будут рассматриваться в главе 7. Среди искусственных водоемов распространение имеют водохранилища, пруды, карьеры, котлованы. Среди крупных водохранилищ, превышающих по площади 100 км<sup>2</sup> – Куйбышевское, Саратовское, Воткинское, Чебоксарское, Нижнекам-

ское, Павловское (расположено в регионе частично) и Сурское. Средняя озерность региона (без учета искусственных водоемов) составляет около 0.09 % или, с учетом искусственных водоемов – 2.9 %.

Рассматриваемый регион характеризуется абсолютным доминированием пойменных озер. Глубина эрозионных врезов и густота гидрографической сети во внеледниковых регионах Русской равнины значительно усиливается, по сравнению с территориями, пережившими плейстоценовые оледенения (Ступишин, Лаптева, 1976). Возвышенность рельефа и его глубокая эрозионная расчлененность не способствуют формированию озерной сети. Таким

образом, большинство водоемов региона приурочены к пониженным участкам, прежде всего к основным речным долинам, расположенным как в лесной, так и в лесостепной зоне с пойменными и надпойменными террасами, а также к долинам средней величины. Однако, встречаются и водоемы, расположенные на водоразделах или приводораздельных участках, прежде всего это водоемы карстовых областей.

Наиболее озерными в границах региона являются поймы рек Кама и Белая, в то время как лево- и правобережье Волги и Свияги характеризуются невысоким количеством озер. Преобладающая часть пойменных озер относится к старичному типу, некоторые из них являются затонами. Для старичных озер характерна удлиненная, вытянутая, подковообразная или серповидная форма. Их ширина находится в зависимости от ширины реки, в пойме которой они образуются, и меняется от нескольких десятков до нескольких сотен метров (иногда более километра), протяженность, соответственно - от десятков метров до 10 км (среди наиболее протяженных - оз. Искиндель на р. Белая). У большинства озер глубины составляют 1-3 м, лишь у ряда крупных водоемов они могут достигать до 6 метров и более. Дно сложено илом или песчанисто-глинистыми осадками. Водный режим находится в зависимости от водного режима связанных с озерами рек. Среди наиболее крупных пойменных озер региона, превышающих по площади 1 км<sup>2</sup> – оз. Старица, Яланькуль, Сосновское, Аракуль в Башкортостане, оз. Щучье, Бестолковое, Большое Березовое, Гремучее, Ключевое, Орлово, Тростяное, Линьково, Шалашное, Боровое, Большое Островное, Татарское в Самарской области, оз. Искиндель, Сомовское, Найдан, Каракуль, Большое Булдырское, а также еще ряд крупных затонов и стариц на реках Белая и Кама в Татарстане, оз. Сомовское в Удмуртии.

Пойменные озера питаются как атмосферными осадками, так и грунтовыми водами. Некоторые водоемы, расположенные на террасах, питаются ключевыми водами. Заполнение пойменных озер происходит в период весеннего половодья, при разливе рек, когда поймы покрываются талыми снеговыми водами. По

окончании паводка озера остаются наполненными до краев водой, с наступлением лета ее уровень постепенно падает, пополняясь лишь в периоды дождей. Некоторые наиболее мелкие водоемы во время жаркого и сухого лета могут полностью пересыхать. Пойменные, старичные озера характеризуются непостоянством площади, со временем многие из них исчезают, однако, по мере меандрирования русел, появляются новые.

В аллювиальных террасовых толщах Волги и Камы встречаются озера суффозионного происхождения, а в той части региона, где близко к поверхности подходят известняки, имеют место карстовые формы рельефа и карстовые озера. Они часто занимают водораздельные или приводораздельные участки. Для части суффозионных и карстовых озер характерна значительная глубина (до 20 и более метров), хотя есть и мелководные водоемы, часто находящиеся в стадии активного зарастания. Также как и пойменные, многие суффозионные и карстовые озера, прежде всего мелководные, отличаются относительной кратковременностью своего существования. Среди наиболее крупных карстовых и суффозионных озер региона, превышающих по площади 0.5 км<sup>2</sup> - Пошколяр, Молевое, Когояр, Ширское, Шушер (Марий Эл), оз. Средний Кабан, Ковалинское, Архиерейское (Тарлашинское), Нижний Кабан в Татарстане, Белолебяжье в Ульяновской области. В силу геологических особенностей по количеству карстовых и суффозионных озер регион занимает лидирующее положение на европейской территории России.

В регионе встречается и небольшое количество озер, сформировавшихся на месте торфоразработок, как пример - зарастающие озера Бобровское (1.01 км<sup>2</sup>) и Моховое (0.67 км<sup>2</sup>) в Пензенской области, а также целый ряд болотных водоемов. Наиболее высокой степенью заболоченности характеризуется север региона и залесенная низменная равнина Заволжья. Глубина врезов речных долин в Марийском Заволжье не превышает 20-40 м, в результате чего достаточно слабая дренированность вызывает значительную заболоченность междуречий с развитием болот верхового и переходного типов. С болотами и

реками тесно связаны такие озера как Шарское-Лисино, система озер Кушьяр, Когояр, Лужьяр, Чуркан, Карась и др.

Еще одним типом озер региона являются водоемы, котловины которых имеют эоловое происхождение. Среди них в регионе наиболее часто встречаются междонные водоемы. Глубины таких озер обычно составляют порядка 2-4 м.

### 5.1.3. Лимнологическая изученность

Рассматриваемый Волжский регион характеризуется средней лимнологической изученностью, существенно большей, чем предыдущий регион, объединяющий водоемы, расположенные в границах днепровского оледенения. Однако между различными входящими в него субъектами федерации степень лимнологической изученности существенно варьирует.

Одним из первых ученых, занимавшихся изучением озер Средней Волги, был М.Д. Рузский (1889, 1916). В начале века им были обследованы несколько десятков водоемов Казанской губернии, Чебоксарского, Царевококшайского и Козмодемьянского уездов. На полученном материале М.Д. Рузский разработал классификацию озер по их происхождению. В дальнейшем широкомасштабные обследования озер всего региона проводились уже в 1950-70-е годы. Обобщающей на тот момент работой по озерам явился монографический сборник Института озероведения АН СССР «Озера среднего Поволжья» (1976). В сборнике был подведен итог всему имеющемуся на момент его опубликования материалу по озерам Марийской, Татарской, Чувашской АССР и Ульяновской области, предоставленному разными авторами и организациями.

Наряду с широкомасштабными исследованиями Средней Волги велись и региональное изучение водоемов в рамках каждого субъекта федерации. Такие исследования отличались разной степенью детализации и охвата. К настоящему времени в регионе наиболее полно исследованы озера, расположенные на территории Республики Татарстан. Здесь их

изучением на протяжении многих лет активно занимаются сотрудники Казанского Государственного Университета (КГУ), Института экологии природных систем АН Республики Татарстан, Татарского отделения ГосНИОРХ, Казанского государственного педагогического университета, Казанского отдела Северного научно-исследовательского института гидрологии и мелиорации. Необходимо отметить, что наряду с озерами своей республики казанские лимнологи уделяют внимание и водоемам соседних субъектов федерации (Биоразнообразия и типология ..., 2009 и др.).

Озерам Республики Татарстан посвящены следующие работы: Воробьев, 1926; Хомякова, 1941; Каштанов, 1956; Гуслицер, 1957; Петрова, 1975; Мингазова, Котов, 1989; Бутаков, 1995; Мингазова 1995, 1997; Мигадова и др., 1996, 2001, 2011; Сонин, Тайсин, 1996; Яковлев, Мошкова, 2000; Бариева, 2003; Палагушкина, 2004 Зиганшин, 2004; Экология..., 2005, Типология..., 2009; Шигапов и др., 2010, Деревенская и др., 2012, Гасанов, Рысаева, 2013 и многие другие. Наряду с обследованием морфометрических характеристик водоемов лимнологами Татарстана достаточно подробно изучался гидрохимический и гидробиологический режим озер, неоднократно проводился подробный подсчет их количества. Так, по землеустроительным планам, составленным по материалам аэрофотосъемки 1957-1959 гг., в Республике Татарстан насчитывалось 10833 озер. По данным кадастра озер Татарстана, составленного в 1969 г. в Казанском отделе СевНИИГиМа, в республике было зафиксировано 9762 озера, начиная с озер площадью от 0.1 га (Озера., 1976). Из них водораздельных - 2091 водоем (включая искусственные водоемы и водоемы суффозионно-карстового и карстово-суффозионного происхождения), в том числе 1071 полностью заиленных, пойменных - 7171 и лесных - 500. Согласно более позднему обследованию Мошковой (1997), в республике насчитывалось 8111 озер. По мнению Мошковой (1995) и Яковлева, Мошковой (2000), снижение количества водоемов связано с интенсивным антропогенным воздействием, при этом многие оставшиеся озера находятся на стадии исчезновения. С целью сохранения

озер республики 33 водоема Татарстана объявлены памятниками природы.

В отличие от озер Татарстана, озера Марий Эл, также входящие в зону интересов сотрудников Казанского государственного университета, характеризуются меньшей лимнологической изученностью. После исследований проф. Рузского одним из первых ученых, обследовавших озера Марий Эл, являлся проф. КГУ А.В. Ступишин, работавший в течение ряда лет на 40 озерах, расположенных в пределах Вятского увала и Марийского полесья. Позже, в 1961-1963 годах 32 озера Марийского полесья и Вятского увала изучались доц. КГУ Н.Н. Лаптевой. На основе работ, проведенных обоими авторами, был осуществлен анализ распределения и типов озерных котловин в зависимости от физико-географических особенностей территории. Была отражена специфика в типах котловин по мере перехода от лесной к степной зоне, произведен первичный подсчет озерного фонда Республики. Морфометрические особенности озер были увязаны с генетическими типами озерных котловин, составлена карта гидрохимических типов, минерализации, жесткости озерных вод. Полученные данные частично вошли в упоминавшийся выше монографический сборник «Озера среднего Поволжья» (1976). К настоящему времени по большинству озер республики Марий Эл имеются морфометрические показатели (обобщены в сборнике Малышевой, 1999), по ряду озер – данные термических и гидрохимических измерений (принадлежащие в значительной степени работам Н.Н. Лаптевой). Однако, за редким исключением, отсутствуют сведения по биоте, за исключением данных по ихтиофауне ряда озер. Среди всех озер республики наиболее подробно исследованы карстовые водоемы, расположенные на территории созданного в 1985 г. Государственного природного национального парка «Марий Чодра» (Мингазова, 2006). Семь озер парка - Глухое, Кичиер, Яльчик, Ергешер, Шутьер, Кужер, Шулгалдан утверждены как государственные памятники природы.

Большая часть Республики Мордовия была затронута днепровским оледенением и описана в предыдущей главе. В данном регионе нахо-

дится лишь ее восточная оконечность. Среди расположенных здесь озер наибольшей изученностью характеризуется оз. Плетень пильге, объявленное особо охраняемой природной территорией. Регулярные научные исследования проводятся на озере с начала 2000-х годов. Другим хорошо исследованным водоемом является оз. Инерка (Нарежный, 1987; Лияскин, 1998; Отчет ..., 2002).

Невысокой лимнологической изученностью характеризуются озера входящей в исследуемый регион части Республики Башкортостан и Республик Удмуртия и Чувашия. В 1967 г. Казанским отделением гидрологии и водных ресурсов Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации для определения водных ресурсов Чувашской АССР были проведены экспедиционные работы, в результате которых на территории республики было зарегистрировано 368 озер, среди которых - 113 водораздельных и 255 пойменных (Семенова, 1976). При этом, однако, не были учтены озера, расположенные в поймах Суры и Волги, а также на землях государственного лесного фонда, так как они сосредоточены в малонаселенных районах. Согласно более поздним исследованиям, в Чувашии было насчитано 754 водоема. К сожалению, в 1970-е годы исследования практически не выходили за рамки морфометрии. В результате по большинству зарегистрированных озер Чувашии практически до конца XX века отсутствовали даже данные гидрохимических наблюдений, имелись лишь некоторые спорадические материалы. В конце 1990-х годов интерес к изучению озер Чувашии вновь возродился, в значительной мере он был связан с присвоением наиболее интересным озерам охранного статуса. В 1997 году В. Ю. Ильиным был изучен гидрологический режим озера Малое Лебедино (Ильин, 1998). Позже выходит работа Л.П. Тепловой «Динамика растительности Большого и Малого Лебедино озера за 20 лет», где дается анализ видового состава растений и поясов зарастания за этот промежуток времени (Теплова, 1998). В 2000 году в ходе экспедиций по Заволжью И. С. Дубанов проводит исследования некоторых озер Заволжья (Дубанов,

2000). Вопрос эволюции озер Большое и Малое Лебединое рассматривается в работе В. Ю. Ильина, Н. А. Карагановой и А.А. Кирилловой (2001). В период с 2000 по 2003 год В. Н. Подшивалиной проводятся исследования зоопланктона в озерах Заволжья с целью изучения их экологического состояния (Подшивалина, 2004). В 2006 году публикуется работа Н. Г. Карагановой «Типизация малых озер Заволжской части Чувашской республики», где рассматривается экологический статус этих водоемов (Караганова, 2006). В 2008 г. выходит обобщающая работа И.С. Дубанова «Озера, реки, родники Чувашии» (Дубанов, 2008).

В настоящее время на территории Чувашии находится 41 озеро, объявленное памятником природы. Присвоение охранного статуса обязывает к более подробному описанию водоема и организации мониторинга его экологического состояния. Наиболее хорошо изученными озерами республики на сегодняшний день являются оз. Большое и Малое Лебединое, собран большой материал по их морфометрии, растительности и зоопланктону. В гидробиологических исследованиях озер принимали участие сотрудники Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. В республике уделяется большое внимание и изучению малых озер национального парка «Заволжье». Они являются не только важным звеном гидрографической сети региона, но и крупными источниками пресной воды, лечебной грязи, объектами туризма и отдыха.

Несколько лучше изучены некоторые озера Ульяновской области. Наиболее полный и детальный учет озер области и их площадей был произведен в 70-е годы прошлого века по землеустроительным планам крупного масштаба, составленным на основании данных аэрофотосъемки. Согласно этому учету на территории Ульяновской области находится 1223 озера, среди которых 946 расположены в поймах рек, 277 - озера агрикультурного ландшафта (Бурлаков, 1976). Карстовые явления в области по сравнению с другими регионами Среднего Поволжья развиты меньше, карстовых озер не так много. Среди обобщающих

работ по озерам всей области - статья Н.П. Жукова (2001), посвященная высшим водным растениям.

Среди наиболее исследованных озер Ульяновской области – оз. Белое, расположенное в средней части Приволжской возвышенности, на высоком водораздельном плато (высота уреза воды - 320 м). Академик Б.А. Келлер, посетивший озеро в 1911 году, ввиду своеобразия окружающего ландшафта назвал его уголком Финляндии (Диксон, Келлер, 1921). Озеро суффозионного происхождения, его возраст оценивается в 250 тысяч лет, в связи с чем оно вызывает к себе особенный интерес. Проведены достаточно подробные гидрохимические и гидробиологические исследования водоема. Его гидрохимические и санитарно-биологические характеристики составили А.Л. Свиридов и И.И. Девятова (1937), В.А. Климовицкий и С.М. Шиклеев (1938, 1961). Д.А. Ласточкин, исследовавший Белое озеро в 1952 г., предполагал, что белоозерский холм в ледниковый период находился на самой границе ледника и при его таянии вода, просачиваясь под лед, постепенно вымывала песок, в результате чего образовалась ложбина – современное ложе Белого озера. Хорошо исследовано и оз. Кряж, находящееся на стадии превращения в типичное болото переходного типа. Толщина сплавины озера от 70 до 120 см, общая площадь - около 23 га. Подробно изучена озерная биота, особое внимание уделено описанию высшей водной растительности озера, претерпевающей постепенные изменения. Оз. Кряж со сплавиной включено в список болот, охраняемых в рамках Международной программы «Телма», созданной в 1976 г. в рамках ЮНЕСКО и является памятником природы. Другим хорошо изученным памятником природы является Юловский пруд. Пруду более ста лет, со временем он приобрел характер озера.

Озерами Средней и Нижней Волги интересуются также сотрудники Института экологии Волжского бассейна РАН, расположенного в г. Самара. Сотрудники института занимаются изучением структуры и закономерностей функционирования водных экосистем, исследованиями зоо-, бактериопланктона, бентоса и

ихтиофауны водоемов и водотоков. По озерам Волжского бассейна ими подготовлены следующие публикации: Паутова и др. (2005, 2008), Уманнская и др. (2007), Gorbunov, Lamanskaya (2008) и др. Рыбными ресурсами региона занимается Татарское отделение ГосНИОРХ, в его ведении находятся водные объекты Республик Татарстан, Башкортостан, Удмуртия, Чувашия, Марий Эл, Самарской и Ульяновской областей. Однако основное внимание специалистов института направлено на изучение рек и водохранилищ, являющихся основным источником рыбных ресурсов региона. Рыбным запасам озер также уделяется определенное внимание, но незначительное.

#### **5.1.4. Особенности функционирования озерных экосистем**

Рассматриваемый регион характеризуется значительным количеством озер, однако почти все они отличаются малыми площадями, около 80 % озер принадлежит к категории очень малых (менее 1 га) и только 0.25 % имеют площадь более 1 км<sup>2</sup>. Два озера (с площадями 23.5 и 15.6 км<sup>2</sup>) можно отнести к категории средних. Происхождение озер региона преимущественно связано с реками, небольшой процент принадлежит к категории карстовых и суффозионных, однако количество таких озер выше, чем в других регионах ЕТР.

Среди озер региона наиболее полно изучены водоемы, имеющие охранный статус. Кроме того, проводились неоднократные полевые описания по некоторым однотипным озерам. Имеющиеся по региону сведения позволяют дать общую лимнологическую характеристику региона.

Питание практически всех озер региона – поверхностное, атмосферное, за счет притока дождевых и талых вод, а также верховодки. В питании карстовых озер главная роль принадлежит различным типам подземных вод, поступление которых уменьшается по мере заполнения котловин наносами.

Годовой режим уровня воды большинства озер характеризуется весенним максимумом, наблюдающимся в результате снеготаяния на

водосборе, и летним и зимним минимумом. Летний минимум связан со значительными температурами воздуха и повышенным испарением, зимний определяется низким притоком воды в период отрицательных температур. Осенью наступает еще один, меньший по амплитуде подъем уровня, связанный с осенними дождями и снижением испарения. К концу осени – началу зимы на большинстве озер региона устанавливается ледяной покров, сохраняющийся приблизительно от 150 до 180 суток.

Большинство озер региона характеризуются малыми глубинами. Температуры воды таких озер в летний период могут достигать 23-28°C. В безледный период при ветряной погоде их вода хорошо перемешивается, хоть при безветренных условиях ничто не препятствует ее хорошему прогреванию. К наиболее глубоким относятся некоторые карстовые и суффозионные озера. Для них характерны более низкие температуры, поверхностный слой в таких озерах прогревается до 18-22 °С, а глубоководные слои остаются холодными в течение всего лета. В глубоких озерах в летний период происходит формирование прямой стратификации, в зимний - обратной, а в весенний и осенний наблюдается гомотермия.

Большинство озер рассматриваемого региона характеризуются как среднеминерализованные (100-500 мг/л), реже слабоминерализованные (до 100 мг/л) и повышенноминерализованные (500-1000 мг/л). Низкая минерализация отмечена у озер лесостепной Приволжской возвышенности. Для речных озер характерно существенное колебание минерализации воды по сезонам года, связанное с изменением основных источников питания. Зимой в озерах минерализация обычно выше, так как увеличивается доля грунтового питания. В карстовых озерах минерализация часто изменяется с глубиной, обычно повышаясь в придонных слоях. Некоторые карстовые озера характеризуются слабосолеными водами, их минерализация может составлять до нескольких грамм на литр. Слабосоленые воды отмечаются и на некоторых пойменных озерах лесостепного низменного Заволжья, они наблюдаются в мелких и небольших озерах, характеризующихся интенсивным испарением воды.

По ионному составу озерные воды региона чаще всего принадлежат к гидрокарбонатному классу группы кальция, нередко, прежде всего у карстовых озер, встречаются и другие классы (чаще всего сульфатный, но также хлоридный) и группы (магниевого, натриевого). Примером озер сульфатного класса являются карстовые озера Югедем с минерализацией воды 1917 мг/л и оз. Соленое с минерализацией воды 4247 мг/л. В питании этих озер основную роль играют сульфатные воды нижней перми, что определяет химический режим и минерализацию водной массы (Уникальные экосистемы..., 2001).

По величине pH озера региона изменяются преимущественно от слабокислых до нейтральных, в редких случаях - слабощелочных. В летний период благодаря интенсивному фотосинтезу водородный показатель может временно подниматься.

Большинство озер региона характеризуется повышенным содержанием органического вещества и различных взвесей, определяющих низкую прозрачность (от нескольких десятков сантиметров до 1 м) и повышенную окрашенность вод. Цвет воды таких озер изменяется от зеленоватого к изумрудно-зеленому, желтовато-коричневому и коричневому. В озерах, расположенных среди болотных массивов, вода иногда приобретает красноватый и коричневый цвет. В то же время многие глубокие карстовые озера характеризуются высоко прозрачной водой, бедной органическим веществом, так, на озерах Марийского полесья Нужъяр (максимальная глубина 19 м) прозрачность воды составляет 9.6 м, а на оз. Карасьяр (15 м) - 8 метров. Цвет воды карстовых озер меняется от бесцветного к голубоватому и голубому, некоторым водоемам, характеризующимся значительным развитием вдоль берегов процессов заболачивания и торфонакопления, свойственны также зеленоватые и даже зеленовато-коричневые воды. Относительно высокой прозрачностью (до 2 м и более) отличаются и многие донные озера.

Для многих озер региона характерно повышенное содержание фосфора и, особенно,

азота в воде, хоть в некоторых озерах концентрации минерального, а также общего фосфора могут быть и низкими. Повышенные концентрации биогенных элементов связаны как с природными, так и с антропогенными причинами, тем более, что большая часть региона характеризуется высокой степенью распаханности.

Кислородный режим многих озер носит напряженный характер, что соответствует высокому уровню продукционно-биологических процессов. Содержание растворенного кислорода для большинства озер находится в пределах 5-15 мг/л. В ряде озер довольно часто наблюдаются заморные явления.

Даже в условиях, приближенных к естественным, подавляющее большинство озер региона являлись мезотрофными и эвтрофными, благодаря усилившейся антропогенной деятельности количество эвтрофных озер увеличилось. К категории олиготрофных или олиготрофно-мезотрофных водоемов относятся лишь некоторые достаточно глубокие карстовые озера.

Высшая водная растительность региона достаточно богата и разнообразна, в ней господствуют виды с голарктическим, евроазиатским и плейрирегиональным ареалами. По принадлежности к широтной географической группе преобладают плейризональные виды, также распространены бореальные, бореально-неморальные, неморально-степные и лесостепные виды. Среди жизненных форм преобладают гемикриптофиты и криптофиты. Среди ведущих семейств - Asteraceae, Cyperaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Salicaceae, Lentibulariaceae, Nymphaeaceae. Значительную долю составляют антропофильные виды.

Наиболее часто встречаются: тростник южный, камыш озерный, укореняющийся, рогоз широколистный, кубышка желтая, кувшинка белая, рдесты блестящий, плавающий, злаковый, рогоз широколистный и узколистный, стрелолист обыкновенный, белокрыльник болотный, ежеголовник прямой, вахта трехлистная, водокрас лягушачий, горец земноводный, ряска малая, роголистник темно-зеленый, пузырчатка средняя, малая, обыкновенная,

венная, элодея канадская. Определенное развитие имеют харовые водоросли. С глубины 0.3 м появляется пояс прикрепленных растений с плавающими листьями, а начиная с глубины 1 м произрастают различные виды рдестов. На глубине более 3.5-4 м водная растительность встречается редко.

Прибрежная, околоводная растительность представлена, прежде всего, различными видами семейства осок и злаковых, наиболее распространенные виды - хвощ приречный, болотница игольчатая, болотная, манник обыкновенный, осока острая, береговая, вздутая, пузырчатая и волосистоплодная, вейник седеющий, ситник членистый, окупенный, развесистый, сабельник болотный. Часто густые заросли макрофитов образуют вдоль побережья мощные сплавины, распространяющиеся к центру водоема.

Наиболее интенсивно высшей водной растительностью зарастают пойменные озера, здесь ее покрытие нередко превышает 80 % площади зеркала. Периодически наблюдаемое в регионе массовое развитие тростничников и камышников на озерах связано с их обмелением и является показателем полного или временного отмирания озер (Лукина, Никитина, 1977).

Фитопланктон, встречающийся в озерах региона, типичен для флоры Европейского центра. В силу высокой трофности в фитопланктоне большинства озер высока доля сине-зеленых, особенно в летний период, когда их чрезмерное развитие вызывает «цветение воды». В структуре сообщества зоопланктона доминирует бореально-лимнический многокомпонентный комплекс, в составе которого преобладают широко распространенные евроазиатские виды. Среди макрозообентосных организмов в основном встречаются членистоногие, а также насекомые, преобладающим отрядом которых во всех водоемах является отряд двукрылые с преобладанием личинок хирономид и кольчатые черви, представленные различными типами олигохет и пиявок. Периодически (в нейтральной среде) встречаются моллюски, среди которых присутствуют как двустворчатые, так и брюхоногие. По численности и биомассе зоопланктона и зообентоса

озера различаются, однако преобладают высококормные. Более 3/4 озер можно отнести к средне- и высококормным по зоопланктону (биомасса от 1 до 10 г/м<sup>3</sup>) и более половины - по зообентосу (биомасса от 5 до 50 г/м<sup>2</sup>). Согласно «Озера среднего ...» (1976), при планировании хозяйственного использования водоема следует ориентироваться на показатели зообентоса, так как препятствием такого использования может стать не слабое развитие зоопланктона, а относительная бедность зообентоса.

Состав ихтиофауны озер региона бывает достаточно беден, что в значительной степени обусловлено их размерами. В ряде озер представлено всего несколько видов рыб, обычно - плотва и окунь (Артаев и др., 2013). У пойменных озер ихтиофауна может быть более богата из-за попадания в них речных видов. Кроме того, расширение состава ихтиофауны на ряде озер происходит за счет подселения в них рыб, характеризующихся промысловой ценностью. Для региона характерно наибольшее представительство семейства карповых, также представлены семейства окуневых, головешковых, рогатковых, вьюновых и тресковых. В озерах наиболее распространены (включая интродуцированные виды) - щука обыкновенная, окунь речной, карп, лещ, линь, вьюн, плотва, налим, язь, белый амур, толстолобик и др.

Для рассматриваемого региона, также как и для двух предыдущих (в границах московского и днепровского оледенений) характерно постепенное сокращение количества озер и площади озерного покрытия. На сокращение количества озер обращают внимание Мошкова (1995) и Яковлев, Мошкова (2000). Анализируя количество водоемов, отмеченных на картах Татарстана, составленных в разные годы, они приходят к выводу о постепенном уменьшении их количества за вторую половину XX века, в том числе, что особенно важно, водораздельных водоемов. По их мнению, снижение количества водоемов связано с интенсивным антропогенным воздействием. Авторы обращают внимание на тот факт, что многие из оставшихся озер на сегодняшний день также находятся на стадии исчезновения. На сокра-

щение площади озер Марий Эл обращают внимание Лаптева и Ступишин (1976). Практически полное заиление ряда водоемов, связанное с интенсивным развитием эрозионных процессов, отмечается также в Республике Чувашия и Ульяновской области.

Наряду с заилением происходит зарастание ряда озер. По мере зарастания некоторые озера превращаются со временем в озерно-болотные урочища. В условиях лесостепной зоны они являются важными аккумуляторами влаги и требуют охраны. Многие озерно-болотные урочища служат местом отдыха и гнездования водных и околоводных птиц, в том числе редких видов.

Как уже отмечалось, преобладающим типом озер региона являются *пойменные*, чаще всего - озера-старицы. Они встречаются в поймах большинства крупных рек: Волги, Суры, Свияги, Большой Кокшаги, Камы, Вятки, Белой, Большого Черемшана, Сока и др. Старицы чаще всего имеют небольшие глубины (хоть в поймах крупных рек есть и относительно глубокие), характеризуются серповидной или вытянутой формы, их дно сложено песчано-глинистыми и илистыми осадками. Нередко старицы соединены с руслом реки протоками. Во время весенних разливов они пополняются водой, в остальное время года их питание происходит за счет атмосферных осадков и грунтовых вод. Значительно реже встречаются водоемы на надпойменных террасах.

Пойменные озера многочисленны, но в большинстве своем обладают малыми размерами, даже в период после окончания половодья остается мало озер, превышающих по площади 1 км<sup>2</sup>. Вода пойменных озер региона чаще всего имеет желтоватый оттенок от обилия взвешенных органических веществ. Если бассейн питающей водоем реки характеризуется высокой степенью заболоченности, цвет воды меняется до коричневатого. Чаще всего старицы характеризуются застойностью водных масс, напряженным кислородным режимом с периодическим дефицитом кислорода в придонном слое.

Примером пойменных озер может служить *оз. Инерка* в Мордовии, представляющее собой

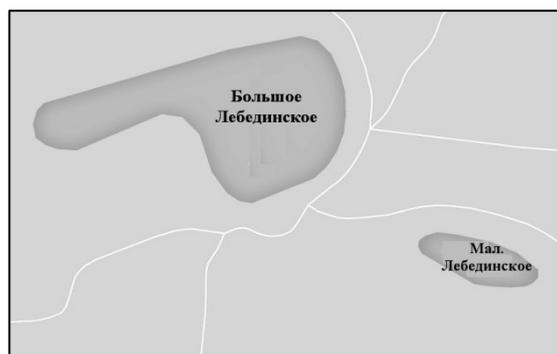
крупнейшую старицу р. Суры (рис. 5.2). Озеро является Памятником природы. Его площадь составляет 56,3 га, это один из самых крупных и глубоких водоемов в Мордовском Присурье. Непосредственно в озере зарегистрированы многие редкие виды гидрофильного компонента флоры Республики Мордовия, в том числе входящие в Красную книгу РСФСР и региональную Красную книгу. К ним относятся харовые водоросли, редкий водный папоротник сальвиния плавающая, 2 вида семейства наядовые: наяда большая и наяда малая, рогульник плавающий, водяной орех, чилим из семейства рогульниковые (Нарежный, 1987, Лисякин, 1998, Отчет..., 2002). На озере и вблизи него обитают чернозобая гагара, скопа, большой подорлик, беркут, орлан-белохвост, сапсан, кулик-сорока, малая крачка, филин, серый сорокопут. Озеро имеет культурно-эстетическое, рекреационное и рыбоохранное значение.



Рисунок 5.2. Оз. Инерка

Наряду с пойменными озерами в регионе широко развиты водоемы, происхождение *котловин* которых связано с *эоловыми* процессами. Примерами таких озер могут служить озера Большое и Малое Лебединое (рис. 5.3) и Безымянное в Чувашии. Согласно мнению И.С. Дубанова (2000) и Н.Г. Карагановой (2006), их котловины имеют междюнное происхождение. *Оз. Большое Лебединое* характеризуется вытянутой формой. Раньше это было одно из крупнейших озер Чувашии. Во время обследования, проводившегося в Поволжье в 1916 году проф. М. Рузским, его

площадь составляла 44.5 га, а средняя глубина была 1.7 м. Однако в конце XX в. наблюдалось резкое понижение уровня озера и сокращение объема его воды. В 2000 г. его площадь достигла 11 га, а глубина - 0.2 м. С начала XXI века уровень начал вновь подниматься, в результате чего к 2006 г. площадь озера увеличилась до 15 га, а средняя глубина до 0.53 м (Русский, СевНИИГиМ, 1967; Ильин, 1997). Аналогичная картина наблюдалась и на **оз. Малом Лебедином и Безымянном**, современная площадь которых составляет 7.5 и 1.15 га, соответственно. Все три указанных озера являются непроточными. Согласно В.Ю. Ильину (1997), в них обнаружено 28 видов высших водных растений, в том числе – стрелолист обыкновенный, белокрыльник болотный, роголистник темно-зеленый, осока пузырчатая, вздутая, волосистоплодная, камыш озерный, укореняющийся, болотница игольчатая, болотная, хвощ приречный, тростник южный, вейник седеющий, ситник членистый, окученный, развесистый, ряска малая, пузырчатка средняя, малая, обыкновенная, кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, горец земноводный, рдест блестящий, плавающий, сабельник болотный, ежеголовник прямой, рогоз широколистный. Макрозообентосные организмы во всех озерах представлены в основном типом членистоногие (Караганова, 2006), его представители очень многочисленны и составляют основную часть видовой разнообразия. Преобладающим классом во всех озерах являются насекомые. Широкое распространение имеют кольчатые черви, представленные различными типами олигохет и пиявок, присутствующих в малом количестве.



**Рисунок 5.3.** Озера Большое и Малое Лебединские (Лебединые)

Важнейшими озерами региона являются **суффозионные и карстовые водоемы**. В силу геологических особенностей количество такого рода озер здесь сравнительно велико. Карстовые озера в целом относятся к аazonальному типу озер мира, химический состав которых определяется не особенностями поверхностного стока, а их происхождением. Среди карстовых озер встречается множество типов, различающихся по химическому составу вод, обусловленному особенностями подземного питания. Также карстовые озера сильно отличаются по форме, размерам, глубинам, водному балансу, температурному и гидрохимическому режимам.

Благодаря своим геологическим особенностям Русская равнина выделяется в качестве карстовой страны. Одним из важнейших ареалов нахождения здесь карстовых озер является провинция южной тайги Вятско-Камской возвышенности, где их суммарное количество согласно Н.А. Гвоздецкому и др., (1974) превышает 2.5 тыс. Карстовые озера Русской равнины изучены недостаточно, причиной чему часто являются их малые размеры, из-за чего озера часто не входят в государственные кадастры. Наиболее изучены карстовые озера Среднего Поволжья, являющегося крупным фрагментом Русской равнины. А.В. Ступишин (1967) назвал Среднее Поволжье зоной классического проявления карста. В структурном отношении оно представляет собой область глубокого погружения кристаллического фундамента, который покрыт толщей осадков, преимущественно палеозойских. Вся осадочная толща содержит подземные воды, в ее вертикальном разрезе отчетливо выражена гидрогеохимическая зональность. Сверху вниз сменяются зоны гидрокарбонатных, сульфатных, сульфатно-хлоридных и хлоридных вод. С глубиной увеличивается минерализация подземных вод (от долей грамма в верхней зоне до 300-350 г/л в рассолах нижней зоны). Основная карстующая толща Среднего Поволжья - известняки, доломиты, гипсы, ангидриты общей мощностью до 200-300 м. Карстовые озера составляют не более 5 % от общего числа озер в Среднем Поволжье. Большинство карстовых озер относятся к пресноводным гидро-

карбонатным водоемам, значительно реже встречаются озера с сульфатным типом вод.

Комплексное изучение карстовых озер Среднего Поволжья проводилось в 1981-2002 гг. экспедициями Лаборатории оптимизации водных экосистем экологического факультета Казанского госуниверситета. За этот период было обследовано около 70 карстовых озер, расположенных на территории Республик Татарстан, Марий Эл, Чувашской Республики (Биоразнообразие и типология ..., 2009). Согласно данным исследований по площади среди обследованных озер преобладали малые (1 - 10 га) - 40 % и относительно средние (10-50 га) - 33 %, очень малые (менее 1 га) составляли только 16 % озер, а относительно крупные (более 50 га) - 11 %. Большинство озер отличались весьма значительными глубинами. Около 60 % озер имели максимальные глубины 11-50 м, 22 % озер - 5-11 м, 16 % озер - 2.5-5 м и только 3 % имели глубину менее 2.5 м. По характеру водообмена большинство исследованных озер являлись бессточными (50 %), сточные составляли 37 %, проточные - 13 %.

Из наиболее крупных озер были выделены следующие: в восточной части Марийского Заволжья (Вятский Увал) озера Большой Яльчик (площадь 128.5 га), Кичиер (55.6 га), Малый Яльчик (53.6 га), Мельничное (56.9 га); в западной и центральной частях Марийского Заволжья (Марийское Полесье) оз. Шушьер (площадь 52.5 га); в Предкамье озера Архиевское (площадь 67.1 га), Ковалинское (120 га), Средний Кабан (138 га), Ковалинское (120 га). Наибольшая часть исследованных озер (37.8 %) характеризовалась средней минерализацией - 200-500 мг/л, 21.6 % озер имели минерализацию воды 100-200 мг/л, 24.3 % - менее 100 мг/л, у 16.3 % озер минерализация воды была повышенная от 500 до 1000 мг/л или они переходили в разряд слабосоленых водоемов (более 1000 мг/л).

Из 74 исследованных озер в особую группу были выделены уникальные солоноватоводные озера (Уникальные экосистемы..., 2001):

1. олигогалинные, сульфатно-кальциевые, холодные, сточные, олиго-мезотрофные озера с высокой прозрачностью и голубым цветом

воды (Большое и Малое Голубые озера в пойме р. Казанки, Югидем, Голубая Старица, Старицы на территории Национального парка «Марий Чодра»);

2. олиго- и полигалинные, сульфатно-натриевые, теплые, слабосточные, гипертрофные озера с низкой прозрачностью (Соленое, Шунгалдан, Каракаер).

Для большинства озер отмечалась нейтральная реакция среды, единично были обнаружены очень низкие (3.5-5.4) и повышенные (8.0-8.4) значения рН. Характерной особенностью озер являлась напряженность газового режима, что свидетельствовало о высоком уровне продукционно-деструкционных процессов. Часто наблюдалась большая разница в содержании кислорода летом на поверхности (150-200 % насыщения) и у дна (до дефицита), что типично для большинства замкнутых озер. Окисляемость воды озер региона колебалась от 2-15 мг О/л (олиго-мезотрофные озера Голубые, Б. и М. Яльчик, Кичиер, Таир, Кошаер, Кужьер и др.) до 25- свыше 40 мг О/л (эвтрофные и гипертрофные озера Илантово, Тарлашенское и др.) Наиболее высокие значения перманганатной окисляемости были отмечены в оз. Соленое (до 324 мгО/л).

Обследование фитопланктона проводилось на 61 карстовом озере Среднего Поволжья, охватывающем лесную и лесостепную географические зоны в период с 1997 по 2002 гг. (Биоразнообразие и типология..., 2009). Согласно материалам обследования в видовом составе летнего фитопланктона было определено 732 таксона водорослей, среди которых преобладали зеленые (39.6 %), диатомовые (24.3 %) и эвгленовые (12.8 %). Сине-зеленые были представлены 73 таксонами. В составе зоопланктона было выделено 163 вида, из них колероваток - 64 (39 %), ветвистоусых ракообразных - 66 (40 %), веслоногих ракообразных - 33 вида (21 %). Биомасса зоопланктона карстовых озер лесной зоны провинции Вятско-Камской возвышенности в среднем составляла 0.4-2 г/м<sup>3</sup>, в озерах Марийского Полесья -1.0-1.5 г/м<sup>3</sup>. Наибольшие величины биомассы зоопланктона были обнаружены в озерах Предкамья на урбанизированных территориях

либо вблизи интенсивно используемых сельскохозяйственных - 1-4 г/м<sup>3</sup>. За период исследований в карстовых озерах Среднего Поволжья было обнаружено 393 вида зообентоса, преобладали представители брюхоногих моллюсков, олигохет и насекомых (среди насекомых по степени представленности в общем видовом составе, прежде всего, выделялись личинки хирономид, стрекоз и водные жуки). В отношении ихтиофауны озер Среднего Поволжья сведения крайне малочисленны. Всего в ходе исследований в карстовых озерах Среднего Поволжья было выявлено 18 видов рыб, причем большинство из них (11 видов) относилось к семейству карповых, что характерно в целом для водоемов Среднего Поволжья. Наиболее слабо представлены семейства окуневых, головешковых, рогатковых, вьюновых и тресковых. В ретроспективном плане отмечается значительное снижение видового разнообразия ихтиофауны по сравнению с XIX - началом XX вв., что, несомненно, связано с антропогенным воздействием на карстовые озера региона.

Согласно В.М. Горленко и др. (1977), ряд карстовых озер региона, как, например, расположенные на территории национального парка «Марий Чодра» оз. **Черный и Большой Кичиер и Конан-Ер**, относятся к меромиктическому типу (рис. 5.4). Хемоклин этих озер располагается на глубине 3.9-4.2 м (оз. Черный и Большой Кучиер), 10.5-10.75 м (оз. Конан-Ер). Здесь на границе кислородной и сероводородной зон в массовом количестве развиваются анаэробные фототрофные бактерии. В озерах Кучиер они в основном представлены зелеными, в меньшей степени - пурпурными серобактерии, в оз. Конан-Ер - это в основном пурпурные серобактерии и в меньшем количестве зеленые.

Среди многочисленных карстовых озер Среднего Поволжья выделяется сравнительно небольшая группа очень своеобразных водоемов, главной особенностью которых является повышенная минерализация воды, обусловленная их питанием подводными напорными восходящими источниками из карбонатно-сульфатной толщи нижней перми и казанского яруса. Это так называемые «голубые озера». Их вода чаще всего принадлежит к сульфатно-

кальциевому типу (местами значительное содержание в ней имеют хлориды), характеризуется минерализацией от 1-1.5 до 10-12 г/л и отличается исключительно высокой прозрачностью и голубым оттенком, благодаря которому озера и получили свое название. «Голубые озера» распространены как в Среднем Поволжье, так и далеко за его пределами.



Рисунок 5.4. Карстовые озера парка «Марий Чодра»

Тип «голубых» озер в Среднем Поволжье представлен относительно небольшим количеством водоемов. В нескольких километрах от городской черты Казани и в 20 м от р. Казанки расположено уникальное по красоте и по научной ценности **Голубое озеро** (или Большое Голубое озеро, рис. 5.5). Оно характеризуется прозрачностью воды до дна (выше 14 м) и низкими температурами (8.0-12.8°C) в течение всего года, являясь постоянно холодноводным водоемом. Примерно в 2.5 м от Большого Голубого озера вверх по течению р. Казанки расположены **Малые Голубые озера** (М. Голубое - 1 и М. Голубое - 2) с прозрачностью выше 4 м (до дна) и температурой воды в течение года от 6.0 до 9.0°C. Озера являются охраняемыми природными объектами. Результаты их первых комплексных исследований были опубликованы в

1996 г сотрудниками Казанского госуниверситета и Казанского государственного педагогического университета (Мингазова и др., 1996). В 1998-2000 гг. комплексные исследования «голубых» озер были продолжены сотрудниками Лаборатории оптимизации водных экосистем Казанского госуниверситета и Зоологического института РАН. Кроме указанных выше озер на территории Республики Татарстан были проведены исследования на «голубых» озерах Республики Марий Эл – *оз. Зеленый Ключ, Голубая Старица, Старица, Югидем* (табл. 5.2). Результаты этих исследований позволили оценить уникальность структурно-функциональной организации экосистем «голубых» озер.



**Рисунок 5.5.** Голубое озеро, Казань

**Таблица 5.2.** Морфометрические и гидрохимические показатели «голубых» озер Среднего Поволжья (данные из книги «Уникальные экосистемы...», 2001)

Озеро	Площадь, га	Глубина, макс./ср. м	Прозрачность, м	Цвет	Кислород, мг/л, пов.	Сероводород, мг/л, пов.	Общая минерализация, мг/л
Зеленый Ключ	0.30	3.8/1.0	до дна (3.8)	зеленоватый	5.6	3.9	1393
М.Голубое-1	0.17	4.0/1.4	до дна (4)	голубой	4.9-12.0	0.02-0.05	2036-3148
М.Голубое-2	0.23	3.0/1.2	до дна (4)	голубой	7.8-13.5	0-0.01	2348-31852
Большое Голубое	4.60	15.7/1.2	до дна (15.7)	голубой	3.9-11.0	0.05-6.4	2514-4008
Голубая Старица	4.80	6.5/1.4	1.8-2.1	голубой/зеленоватый	8.2-21.1	1.2	2164-2309
Югидем	5.40	15.2/1.4	2.8-7.4	голубой/зеленоватый/синий	6.0-19.0	0.05-4.0	1473-1971 пов. 1930-3693 дно

Согласно «Уникальные экосистемы...» (2001), все «голубые» озера региона относятся к холодным и умеренно-холодным водоемам. Их возраст определяется как голоценовый – от 200 до 12 тыс. лет. Изученные озера находятся на

разных стадиях развития, озера Зеленый Ключ (начало формирования) - Малые Голубые озера (молодость, зрелость) - Большое Голубое (молодость, зрелость) - Югидем (зрелость) - Голубая Старица (зрелость, старение). Тро-

фический статус этих озер различен - от олиготрофных до мезотрофных. Количественные структурные показатели фитопланктона характеризуются достаточно низкими значениями, что связано с неблагоприятными условиями среды (сильный водообмен, низкие температуры, наличие сероводорода и др.). В озерах обнаружено 116 таксонов водорослей, из них 48 - диатомовые. Наибольший вклад в биомассу фитопланктона вносили диатомовые, динофитовые, сине-зеленые. Общая биомасса изменялась в разные годы в пределах от 0.2 (оз. Зеленый Ключ в 1995 г.) до 2.7 мг/л. (оз. Голубая Старица в 1999 г.). Величина валовой продукции органического вещества в период открытой воды варьировала от 0.06 до 4.03 мг O<sub>2</sub>/л сут. Была отмечена достаточно высокая (35-70 %) степень зарастания озер. Чрезмерное зарастание было характерно для находящихся в стадии зрелости оз. Большое Голубое и Югидем. В составе зоопланктона «голубых» озер был обнаружен 81 вид. К коловраткам и ветвистоусым ракообразным относилось по 31 виду, к веслоногим ракообразным - 19 видов. Большая часть видов являлись эвритопными, эвритермными и эвригалинными. Число доминирующих видов в озерах было невелико - обычно 1 - 2. Количественные показатели зоопланктона в большинстве озер были низкие. Так, в озерах Малое Голубое -1 и Малое Голубое - 2 средняя биомасса составляла 0.03 г/ м<sup>3</sup>, по биомассе преобладали ветвистоусые ракообразные. Наибольшее влияние на формирование сообществ зоопланктона в этих озерах оказывала чрезвычайно высокая скорость водообмена, связанная с интенсивной разгрузкой подземных вод, а также низкая температура воды (4-6°С в течение всего года). В оз. Большое Голубое биомасса по годам изменялась от 0.006 до 0.571 г/м<sup>3</sup>, при этом доминировали ветвистоусые или веслоногие ракообразные. В озерах Югидем и Голубая Старица показатели биомассы зоопланктона были выше: в первом - 2.8-3.6 г/м<sup>3</sup>, во втором - до 11.0 г/м<sup>3</sup>.

За период исследований в озерах были обнаружены представители 8 классов бентосных водных беспозвоночных, включающих в себя 207 таксонов, из них 146 видов. В целом по

видовому разнообразию преобладали хирономиды, моллюски, олигохеты и водные жуки. Характерным являлось повышенное видовое разнообразие на прибрежных участках и пониженное на глубоководных. По количественным показателям бентосные сообщества литорали также в большинстве случаев превосходили глубоководные сообщества. Для оз. Голубая Старица, характеризующегося наличием на дне сероводородных зон, были выявлены самые низкие значения биомассы бентоса: в литорали - около 5 г/м<sup>2</sup>, в глубоководных зонах - около 4 г/м<sup>2</sup>. В оз. Югидем в прибрежной зоне средняя биомасса составляла почти 35 г/м<sup>2</sup>, в глубоководной - около 25 г/м<sup>2</sup>. Ихтиофауна была представлена 10 видами из 5 семейств (карповые, окуневые, щуковые, вьюновые, тресковые). В оз. Югидем было обнаружено 10 видов, в оз. Голубая Старица - 3 вида, остальные озера безрыбные. Основной особенностью трофической структуры исследованных озер являлась их простота, о чем свидетельствовало отсутствие специализированных хищников и распределение потока энергии между небольшим количеством групп бентических беспозвоночных. Упрощенная структура биотических связей приводила к слабой устойчивости озер к антропогенному воздействию. (Уникальные экосистемы..., 2001).

Еще два «голубых» озера (*оз. Голубое - 1 и оз. Голубое - 2*), расположенных в левобережной части Самарской области, были хорошо изучены сотрудниками Института экологии Волжского бассейна РАН (Голубая книга..., 2007). Согласно приводимым ими данным, оз. Голубое - 1, являющееся памятником природы Самарской области, занимает крупную карстовую воронку правильной округлой формы с мощным восходящим карстовым источником на дне. Диаметр озера 40 м, глубина по разным данным 18-24 м. Поступление холодных сульфидных вод в его чашу настолько велико, что даже летом температура воды не превышает 7.5-8°С. Озеро изумрудно-голубое с прозрачностью до дна. Озеро Голубое - 2 расположено в 100 м от первого, оно мелководно с глубиной около 1 м, но по всем показателям сходно с оз. Голубое - 1. Дно обоих озер покрыто лугами

харовых водорослей. Большая часть растений как чехлом облеплена цианобактериальными матами. Общая минерализация воды озер составляет около 2050 мг/л. В оз. Голубое - 1 кислород отсутствует даже на поверхности, а концентрация сульфидов достигает 5-9 мг/л. В мелководном оз. Голубое - 2 регистрируются только следы кислорода и сероводорода. Концентрация общего фосфора в оз. Голубое - 1 составляет 90-100 мкг/л, в оз. Голубое - 2 - 19-20 мкг/л. В оз. Голубое - 1 широко распространены маты с доминированием цианобактерий. Наряду с цианобактериями отр. *Oscillatoriales*, в матах присутствуют нитчатые зеленые бактерии, а также пурпурные серные бактерии сем. *Chromatiaceae*. Зеленые и пурпурные бактерии осуществляют аноксигенный фотосинтез с использованием сероводорода и вместо кислорода образуют серу и сульфаты. В озере обнаружено несколько видов инфузорий. Озеро Голубое - 2 по приведенным показателям сходно с первым озером, но маты здесь достигают меньших размеров.

Согласно «Уникальные экосистемы...», 2001, лимногенез солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья подразделяется на две фазы. На первой фазе, когда происходит формирование геоморфологической структуры озер, наблюдается поступательное развитие сообществ организмов и увеличение эффективности использования поступающей в сообщество энергии. Вторая фаза, тесно связанная с процессами эвтрофирования озер, приводит к деградации сообществ организмов и снижению эффективности их функционирования. Современное состояние солоноватоводных эвтрофных и гипертрофных озер Шунгалдан, Каракаер и Соленое, которые также изучались сотрудниками Казанского государственного университета и Зоологического института РАН, могут характеризовать будущее рассматриваемых «голубых» озер. **Оз. Шунгалдан и Каракаер** расположены на территории Вятского Увала, **оз. Соленое** - в Марийском Полесье. Вода оз. Шунгалдан характеризовалась невысокой прозрачностью (2.7 м) при максимальной глубине 13.5 м (средняя 6.0 м). В озере наблюдалась резкая стратификация вод. На поверхности общая минерализация

составляла 730 мг/л, у дна - 2413 мг/л. Оз. Каракаер представляет собой мелководный водоем. Прозрачность его воды колебалась от 0.5 до 2.5 м, общая минерализация - от 892 до 1151 мг/л. Оз. Соленое характеризовалось самой низкой прозрачностью (0.2-0.4 м) при максимальной глубине 18 м (средняя 8.5), высоким содержанием сероводорода, достигающим у дна 134.5 мг/л. Показатели общей минерализации указывали на резкую стратификацию вод, на поверхности минерализация составляла 2032-2873 мг/л, у дна - 6921-13124. В оз. Соленом, находящемся на последних стадиях лимногенеза, особенно сильно были выражены признаки антропогенной деградации, которые проявлялись в увеличении мутности, росте общей минерализации воды, уменьшении количества растворенного кислорода, увеличении концентрации органического вещества, уменьшении видового разнообразия гидробионтов.

Говоря о карстовых озерах региона, нельзя не упомянуть систему озер Кабан (**озера Нижний, Средний и Верхний Кабан**), расположенных на территории г. Казань (рис. 5.6). Первые исследования этих озер были проведены почти 200 лет назад. Они во многом являются историческим наследием г. Казани, поскольку всегда имели важное значение для становления и развития самого города (Мингазова, Котов, 1989). Озера Кабан следует отнести к древним старицам р. Волги, углубленным карстовыми процессами. Так, очень глубокая котловина в конце оз. Средний Кабан резко отличается от обычной глубины этих озер и по форме напоминает карстовую воронку. Озеро Нижний Кабан находится в центральной части города и окружено промышленными предприятиями и жилой застройкой, площадь его водного зеркала составляет 55-59 га. Береговая линия озера искусственно выровнена, мелководья засыпаны. Максимальная глубина заметно сократилась. В настоящее время она составляет 15.8 м, а в 1902 г. была 16.4 м, средняя глубина за этот период сократилась с 7.5 м до 6.5 м. В южном конце через Ботанический проток озеро соединяется с оз. Средний Кабан, самым крупным водоемом озерной системы, площадь его 110-119 га. Максимальная глубина оз.

Средний Кабан в 1902 г. составляла 31.3 м, в настоящее время - 16.7 м, средняя - 7.1 м. Верхний Кабан располагается в 1.3 км от Среднего Кабана и не соединяется с остальными водоемами системы. Площадь его - 25-30 га, максимальная глубина - 13 м, средняя - 6.3 м. По типу вод озера относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевому и гидрокарбонатно-сульфатно-магниевому типу и характеризуются высокой степенью минерализации: Нижний Кабан - 1300, Верхний Кабан - 460-1400, Средний Кабан - 1470 мг/л. Озеро Нижний Кабан в прошлом подвергалось значительному загрязнению, и здесь были проведены специальные восстановительные мероприятия. В настоящее время в этом озере пик биомассы фитопланктона низкий - 6.6 мг/л, что характерно для периода «цветения» мелкоклеточных колониальных форм. Трофический статус озера - мезотрофно-эвтрофный. Для оз. Средний Кабан характерна максимальная по сравнению с другими озерами системы среднегодовалая биомасса фитопланктона, достигающая до 59.0 мг/л, трофический статус озера - мезотрофно-гипертрофный. Озеро Верхний Кабан характеризуется как олиготрофно-мезотрофное (Экология города Казани, 2005).



Рисунок 5.6. Система озер Кабан (Казань)

Из глубоких карстово-суффозионных озер региона значительный интерес вызывает оз. **Шайтан**, расположенное на возвышенности Вятского Увала, где карстующиеся породы залегают близко к поверхности. Озеро занимает котловину на водоразделе рек Байсы и Буя. Его площадь составляет около 2 га, глубина — до 12 м (имеются оценки — до 25 м). Это единственное озеро на территории Восточно-Европейской равнины, которое характеризуется сифонной циркуляцией воды, сопровождающейся её неперидическими выбросами на поверхность. Озеро входит в состав природного заказника «Бушковский лес». Питают озеро подземные грунтовые воды и атмосферные осадки. Его своеобразный гидрологический режим объясняется геологическим строением территории. Озерная чаша врезается в пачку делювиальных суглинков, покрывающих известняково-мергельную толщу, пронизанную многочисленными карстовыми полостями и трещинами, заполненными водой, образующей верхний водоносный горизонт (до 11 м глубиной). Ниже, под двухметровым водоупорным слоем, расположен второй водоносный горизонт, содержащий напорные артезианские воды. Между этими двумя горизонтами существует связь через вертикальные карстовые колодцы (поноры). Наличием карстовых колодцев обусловлено явление сифонной циркуляции подземных вод, приводящее к их фонтанированию: с течением времени оседающий ил и торф создает пробки в понорах, а напор артезианских вод выталкивает их. В результате образуется выброс воды. Выбросы могут происходить в виде кратковременного фонтана высотой до 10 м либо водяного столба диаметром 1-1.5 м и высотой 1-4 м. Чаще всего они фиксируются в виде бурления участков воды, продолжающегося в течение нескольких часов. Выбросы происходят достаточно редко (при интенсивном весеннем снеготаянии и после продолжительных дождей) и сопровождаются глухим шумом и эхом в окружающем озеро лесном массиве. Оз. Шайтан с берегов зарастает сплавиной, при выбросах воды происходит поднятие уровня воды в озере, отрыв заболоченных берегов с образованием плавающих островов.

Одним из наиболее интересных и лимнологически изученных озер региона, имеющих суффозионное происхождение, является **оз. Белое**, расположенное в средней части Приволжской возвышенности на юго-западе Ульяновской области (рис. 5.7). Озеро имеет овальную форму, его площадь составляет 0.96 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 3.7 м, наибольшая - 6.5 м. Его своеобразие обусловлено необычным гипсометрическим положением и особенностями водно-минерального питания. Озеро расположено на возвышенном плато, отметка уреза воды 328 м. Оно имеет просадочное (суффозионное) происхождение и образовалось за счет выдавливания пластичных глинистых пород в речные долины и проседания залегающих выше отложений. Возраст котловины оценивается в 250 тысяч лет (Климовицкий, Шиклеев, 1961). Питание озера происходит из подземных источников и за счет атмосферных осадков, склоновый сток играет крайне малую роль из-за необычно малой площади водосбора (около 2.0 км<sup>2</sup>) и наблюдается только весной. Юго-восточный отрезок берега озера занимает торфяное болото, регулирующее уровень воды в озере путем сброса основной части её излишков в речку Канчелейку.



**Рисунок 5.7.** Оз. Белое (Ульяновская обл.)

Озерная вода отличается очень высокой прозрачностью (4-5 м) и низкой минерализацией. По данным Климовицкого, Шиклеева (1961) в 1936-38 гг. минерализация составляла 20-22.5 мг/л, согласно более поздним источникам она приблизилась к 60 мг/л (Информация из отчета..., 2009). Ионный состав воды суль-

фатно-гидрокарбонатно-хлоридный магниевый-кальциевый. Низкая минерализация ограничивает биологическую продуктивность водоема и способствует сохранению её прозрачности и чистоты. «Цветение» воды в озере практически не наблюдается даже в особо теплые годы.

К настоящему времени на Белом озере выявлено 75 видов сосудистых растений и 7 видов мхов. С ботанической точки зрения наибольший интерес представляет тростниково-осоково-сфагновая сплавина, ранее окружавшая озеро со всех сторон, однако частично разрушенная вследствие спуска части озерной воды в 1840-50 гг. по прорытой канаве в речку Кададу. Последовавшее в результате этого снижения уровня озера привело к тому, что основная масса сплавины осталась на сухом берегу. По данным спорово-пыльцевого анализа торфа сплавина начала формироваться около 6000 лет, т. е. в середине атлантического периода голоцена (Благовещенская, 1998). К настоящему времени остатки этой сплавины хорошо сохранились лишь с юго-восточной стороны озера и представляют собой болото «Лимбай» площадью 7.5 га. Торфяная залежь имеет мощность 2 м и сложена сфагновыми и осоково-сфагновыми торфами. Растительность болота-сплавины Лимбай уникальна, поскольку она представлена крайне редкими для Ульяновской области – сфагновыми растительными сообществами, в состав которых входят виды, находящиеся здесь на южной границе распространения (Благовещенский, 1997). В моховом покрове преобладает сфагнум оттопыренный, реже встречаются: сфагнум однобокий, магелланский, извилистый и центральный. Восемь видов сосудистых растений занесены в Красную книгу Ульяновской области (2008): болотный мирт, клюква болотная, росянка круглолистная, ива лапландская, пушица многоколосковая, ива розмаринолистная, кувшинка чистобелая, пузырчатка средняя. Первые пять видов встречены на болоте Лимбай, пузырчатка средняя и кувшинка чистобелая – непосредственно в воде, ива розмаринолистная - по периферии озера. Следует отметить, что в работе Диксон, Келлер (1921) Белое озеро и его окрестности было названо уголком «финляндской природы» именно бла-

годаря наличию здесь северных видов растений, характерных для сфагновых болот, к которым помимо сфагновых мхов относятся и упомянутые выше исчезающие виды растений.

В зоопланктоне озера представлены формы типичные для северных ледниковых водоёмов обычно далеко на юг не распространяющиеся (Диксон, Келлер, 1921).

Согласно «Информация из отчета...» (2009) за последнее столетие на озере произошли существенные изменения характера растительности, в связи с происходящей антропогенной эвтрофикацией водоема возросла роль эвтрофных видов, особенно тростника, происходит выпадение олиготрофных и мезоолиготрофных видов. Видовой состав сфагновых мхов существенных изменений не претерпел. Болото Лимбай, помимо своей ботанической значимости представляет ценность как стратиграфический эталон голоцена центральной части Приволжской возвышенности.

#### **5.1.5. Реакция озерных экосистем на антропогенную нагрузку**

Рассматриваемый Волжский регион является одним из ведущих в России по уровню индустриального и сельскохозяйственного развития. В структуре его промышленности большая роль принадлежит машиностроению, особенно автомобилестроению, топливно-энергетическому комплексу, химической, нефтехимической и лёгкой промышленности, черной и цветной металлургии, значительную долю занимают предприятия военно-промышленного комплекса. Существенный объем промышленного производства составляет продукция сельского хозяйства. Среди отраслей растениеводства наибольший удельный вес приходится на зерновое хозяйство, существенный вес имеет выращивание картофеля, технических и кормовых культур. Активное развитие имеют садоводство и огородничество. Животноводство направлено на выращивание скота и птицы. Основной производственный потенциал региона сосредоточен в Республиках Татарстан и Башкортостан, Самарской области и Пермском крае. В регионе проживает более 15 млн.

человек. Активное развитие промышленности и сельского хозяйства, высокая концентрация населения определяют значительную нагрузку на его водные ресурсы.

Негативное влияние на водоемы региона оказывает **промышленное загрязнение**. Поскольку большинство расположенных здесь озер имеют как небольшие площади зеркала, так и небольшие площади водосбора, промышленное загрязнение обычно поступает в них либо со стоком питающих их рек, либо воздушным путем. Согласно материалам Госдокладов о состоянии и об охране окружающей среды, основными предприятиями, сбрасывающими загрязняющие сточные воды, являются ОАО «Уфанефтехим», «Марийский ЦБК» г. Волжск, ОАО «Казаньоргсинтез, г. Казань», ОАО «Нижекамскнефтехим», ЗАО «Чуровской завод силикатных стеновых материалов», ОАО «Воткинский завод», ОАО «Ижсталь», г. Ижевск, Пермский ООО «Камбумпром. Очистка», г. Краснокамск, ОАО «ТГК-9» Филиал Закамская ТЭЦ-5 (г. Краснокамск), Пензенская научно-производственный центр по металлургии ФГУП ФНПЦ «ПО «Старт им. М.В. Проценко» (г. Заречный), ООО «Тольяттикаучук», г.Тольятти, ОАО «АВТОВАЗ», г.Тольятти.

**Аэротехногенное загрязнение** вызывается работой широко распространенных в регионе, прежде всего в крупных городах, предприятий энергетической отрасли по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды, предприятий транспорта и связи. Кроме того, важнейшими источниками аэротехногенного загрязнения являются: ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Уфанефтехим», ОАО АНК «Башнефть», ОАО «Уфимский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Марийский ЦБК», ОАО «Татнефть» им. В.Д. им. Шашина, ОАО «Нижекамскнефтехим», ОАО «ТАИФ-НК», Казанское ОАО «Органический синтез», ОАО «КАМАЗ», ОАО «Удмуртнефть» и ОАО «Белкамнефть», ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», ОАО «Химпром», ОАО «Камтэкс-Химпром»

Наряду с промышленным загрязнением

важнейшим загрязнителем вод являются **коммунальные стоки**. Малые водоемы чувствительны к стокам населенных пунктов практически любого размера, расположенных как в непосредственной к ним близости, так и в пределах водосбора. К коммунальным часто добавляются также рекреационные стоки, включающие стоки санаториев, домов и баз отдыха, часто приуроченных к берегам водоемов. Так, в результате рекреации, строительства баз отдыха и дорог нарушена экосистема охраняемого оз. **Инерка** в Мордовии. Берега озера и прилегающих лесов сильно замусорены. В результате редкие виды водных растений, произрастающие в водоеме, находятся на грани исчезновения (наядка большая, чилим, или водяной орех). Кроме того, озерная флора пополняется за счет чужеродных видов, конкурирующих с местными растениями и вытесняющими их.

Огромное влияние на водоемы региона оказывают **сельскохозяйственные стоки**, выносящие с полей и животноводческих предприятий в озера биогенные вещества, повышая их концентрацию в воде и вызывая бурное развитие фитопланктона. Поступающее в воду органическое вещество не успевает полностью минерализоваться, происходит процесс быстрого антропогенного эвтрофирования водоемов. Значительное загрязнение коммунальными и сельскохозяйственными стоками отмечается на объявленном памятником природы Ульяновской области оз. **Белом**. Водосбор озера необычайно мал (около 2 км<sup>2</sup>), что приводит к быстрой транспортировке в водоем почти не подвергшихся биохимической трансформации загрязняющих веществ с фильтрационным стоком (Информация из отчета..., 2009). В настоящее время на озере наблюдаются процессы антропогенного эвтрофирования. За прошедшее столетие произошли существенные изменения характера растительности, выпадение олиготрофных и мезоолиготрофных видов и возрастание роли эвтрофных.

Другим примером быстрого эвтрофирования водоемов являются озера **Югедем** и **Соленое**, достаточно полно изученные сотрудниками Казанского государственного университета (Уникальные экосистемы..., 2001). Основной

особенностью трофической структуры этих озер является их относительная простота. Упрощенная структура биотических связей приводит к слабой устойчивости озер к антропогенным воздействиям, что подтверждается фактом быстрого эвтрофирования литоральной зоны оз. Югедем, пока еще остающегося мезотрофным. Особенно сильно признаки антропогенной деградации соленых озер выражены для гипертрофного оз. Соленого. Они проявляются в увеличении мутности и общей минерализации воды, уменьшении количества растворенного кислорода, увеличении концентрации органического вещества, уменьшении видового разнообразия гидробионтов.

Одним из негативных факторов, характерных для рассматриваемого региона, являются повышенные скорости **заиления** водоемов, ускоряющиеся в условиях антропогенного ландшафта и повышенной эродированности почв. В мелководных водоемах заиление приводит к быстрому заполнению котловины и, со временем - исчезновению водоема. В пределах региона значительные скорости заиления, связанные с интенсивным развитием эрозионных процессов, наблюдаются в Республиках Татарстан, Чувашия, Марий Эл, Ульяновской области и др. В ряде случаев они приводят к исчезновению наиболее мелких водоемов. Согласно И.И. Семеновой (1976), из 376 отмеченных озер Чувашии в 1950-60-е годы было полностью заилено около 40 пойменных водоемов. Бурлаков (1976) свидетельствует о заилении 143 из 277 водораздельных водоемов Ульяновской области. Анализируя процессы заиления озер, Семенова (1976) отмечает, что важным фактором развития эрозии является гранулометрический состав почв. Наибольшее количество исчезнувших озер наблюдается в районах с тяжелыми почвами (глинистыми, суглинистыми), имеющими низкие инфильтрационные свойства. Как основные приемы по борьбе с эрозией почв и заилением озер Семенова называет обработку почв и посевов сельскохозяйственных культур поперек склонов, контурную вспашку, сохранение полосы отчуждения вокруг водоемов и др. Она считает необходимым также применять механическую чистку озер. [К содержанию](#)