

4. ОЗЕРА ТЕРРИТОРИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВНИХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЭПОХИ ПЛЕЙСТОЦЕНА

В настоящее время принято считать, что на европейской территории России четко прослеживаются следы трех ледниковых эпох в плейстоцене: окской (ранний плейстоцен); днепровской с московской стадией (средний плейстоцен) и валдайской (поздний плейстоцен). Озера территорий, охваченных валдайским оледенением, рассматривались в главе 2. Предыдущее (днепровское) оледенение было наибольшим по своему охвату. Его граница в пределах ЕТР проходит 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, на Котельнич — Киров — вдоль реки Чепцы — южнее города Глазова к реке Чусовой, пересекая Урал близ 58° с.ш. Ледники московской стадии занимали меньшую площадь, чем ледники днепровского оледенения, однако поскольку московское оледенение имело место значительно позже, на огромной части Центра Русской равнины до сих пор достаточно четко отражаются связанные с этим оледенением формы рельефа. К таким формам приурочено значительное количество озер, о части которых можно говорить как о наследии московского оледенения.

Средняя озерность территорий (естественная, без учета искусственных водоемов), расположенных в пределах московской стадии оледенения составляет около 0.25 %. Она значительно ниже, чем озерность территорий распространения валдайского оледенения, но значительно выше южных территорий, где имело место днепровское оледенение (0.04 %).

Озерам территорий значительного распространения ледниковых форм рельефа, оставшихся в наследие от московского оледенения, посвящен раздел 4.1. Данная территория включает восточную часть Тверской, Ярославскую, Костромскую, большую часть Смоленской, Московской, Ивановской и Владимирской об-

ластей, север Калужской, Рязанской, значительную часть Нижегородской и северо-запад Кировской области.

Озерам территорий, находившихся в пределах днепровского оледенения, характеризующихся значительной деградацией ледниковых форм рельефа, посвящен раздел 4.2. Данная территория включает Брянскую и Тамбовскую области, большую часть Калужской, Тульской, Липецкой и Воронежской областей, юг Московской, Рязанской, Ивановской, Владимирской и Нижегородской областей, северо-запад Волгоградской, западную часть Саратовской и Пензенской областей, Мордовию, запад Марий Эл, часть Кировской области и север Пермского края.

4.1. Озера территорий значительного распространения ледниковых форм рельефа, оставшихся в наследие московского оледенения

4.1.1. Физико-географическая характеристика региона

Рассматриваемый регион занимает центральную часть Восточно-Европейской (Русской) равнины, протягиваясь в направлении запад-юго-запад – восток-северо-восток (рис. 4.1). Большая его часть равнинная с небольшими амплитудами высот - от 70 до 310 м. В регионе преобладает волнисто-равнинный рельеф, чередующийся с протяженными низменностями, в том числе Верхневолжской, Мещерской, Молого-Шекснинской, Ярославско-Костромской, Унженской, Ветлужской, Ильинско-Плесской, Савинско-Южской, Клязьминско – Нерлинской, Лухской и др. На равнинном фоне выделяются небольшие по площади и высоте поднятия – Борисовоглебская, Угличская, Даниловская, Галичско-Чухломская, Клязьминская, Теплостанская возвышенности, Клинско-Дмитровская, Ростово-Плесская, Спас-Деменская, Касимовская гряды. С северо-восточной части регион ограничен Северными Увалами, а юго-запад занимает Смоленско-Московская возвышенность.

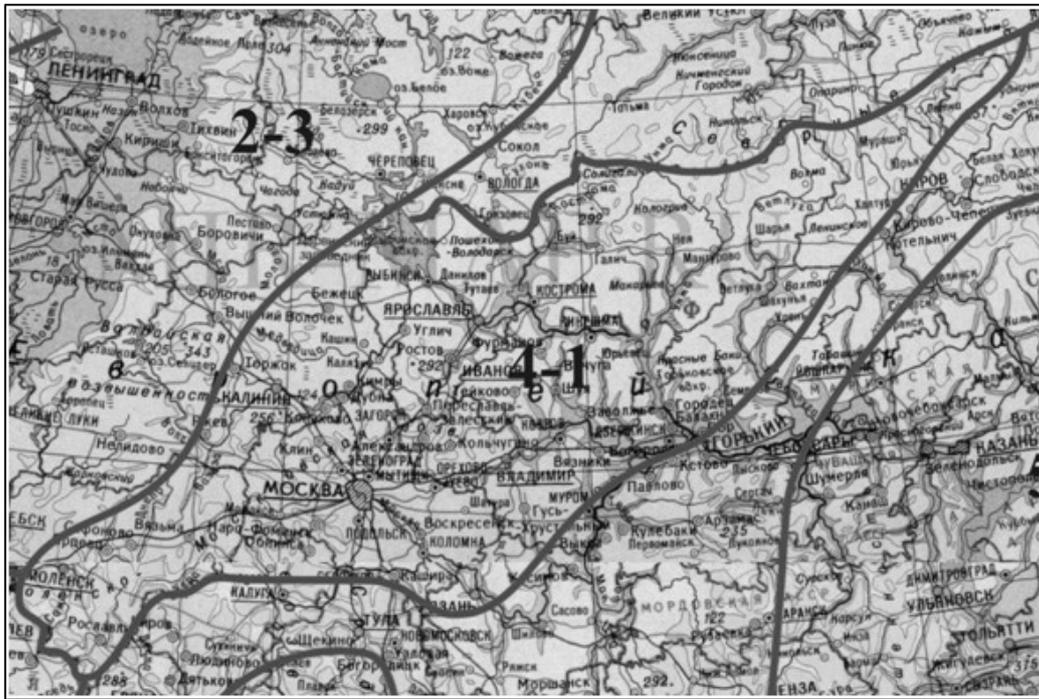


Рисунок 4.1. Регион 4.1 – центральная часть Русской равнины в границах распространения московского оледенения

На рельеф региона значительное влияние оказали четвертичные оледенения. Большая его часть сочетает черты моренного и эрозионного рельефа, здесь представлены моренные гряды и холмы, оставшиеся в наследие от ледниковых эпох, зандровые песчаные равнины и низины, расчлененные балками, оврагами и речными долинами. В период последнего (валдайского) оледенения ледяной панцирь не заходил на территорию региона, однако краевые области оказались в зоне влияния приледниковых вод. Для краевых частей характерен преимущественно аккумулятивный рельеф, созданный флювио-гляциальными отложениями. Озерно-ледниковые и аллювиальные наносы возраста валдайского оледенения ограничены преимущественно крупными низинами.

Значительная часть территории региона занята болотами. Определенное развитие в регионе имеют и области распространения известняков, где представлены карстовые формы рельефа.

Регион находится в зоне распространения умеренно-континентального климата, характеризующегося теплым летом, умеренно-холод-

ной зимой и четко выраженными сезонами года. В его восточной части континентальность климата выше, что выражается в более низкой температуре зимой и более высокой температуре летом. Характерной особенностью климата является непостоянство погоды, связанное с частой сменой воздушных масс. Арктический воздух приносит сильные морозы зимой, заморозки в весенний и осенний период, прохладную погоду летом. Большое влияние на формирование климата оказывает морской воздух, приходящий с северной Атлантики, и трансформированный над территорией Западной Европы. Зимой (особенно в декабре и феврале) на западе региона часты непродолжительные оттепели, вызываемые атлантическими и, реже, средиземноморскими циклонами. В летний период с юга периодически поступает теплый тропический воздух. Продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой воздуха составляет 200 — 240 дней.

Территория региона расположена в зоне нормального увлажнения, среднегодовое количество осадков варьирует в разных частях региона от 500 до 780 мм, однако оно может значительно изменяться и по годам. Наиболее

увлажнены северо-западные районы, наименее — северо-восточные. Большая часть осадков приносится влажным атлантическим воздухом, их максимум приходится на лето, минимум — на конец зимы — начало весны. Устойчивый снежный покров обычно устанавливается в ноябре-декабре и удерживается до начала — середины апреля. Максимальная за зиму высота снежного покрова приходится на первую декаду февраля и составляет 30-60 (80) см. На востоке мощность его обычно больше, что объясняется более длительным периодом накопления снега и более редкими оттепелями. Зимой почвы промерзают на глубину от 25 см до 75 см.

Климатические особенности региона обуславливают размещение на его территории трех зон — средней и южной тайги и смешанных и широколиственных лесов. Зона смешанных и широколиственных лесов характерна для западной, южной тайги — для восточной части региона, лишь небольшую площадь на северо-востоке занимает средняя тайга (Средняя полоса..., 1967). Определенные различия в климате, рельефе и геологическом строении накладывают четкий отпечаток на другие компоненты, в том числе на почвы и органический мир, и определяют разнообразие природных условий, в которых происходит формирование озерных экосистем.

4.1.2. Происхождение озер и их распределение по территории

Поверхность центральной части Русской Равнины характеризуется невысокой озерностью, однако она существенно превышает данный показатель в ее южной части. Большинство расположенных здесь естественных водоемов имеют незначительные размеры. Больших озер нет, только три озера превосходят по площади зеркала 50 км².

Согласно выполненной в Институте озероведения РАН в 2012-2014 гг. новой оценке озерных водных ресурсов территории Российской Федерации, в выделенном регионе дешифрируется около 25 000 водоемов, лишь около 60 % из которых имеют естественное проис-

хождение. Озер площадью более 1 га — всего около 4 000, а более 1 км² чуть менее 100. Подробные результаты оценки, проведенной по всем субъектам федерации, будут рассматриваться в главе 7. Среди искусственных водоемов распространение имеют водохранилища, в том числе крупнейшие, пруды, карьеры, котлованы, а также остаточные озера на месте торфяных выработок. К наиболее крупным искусственным водоемам, превышающим по площади зеркала 100 км², относятся Горьковское водохранилище, Рыбинское (региону принадлежит его южная часть), Ивановское, Костромское и Угличское. Средняя озерность региона (без учета искусственных водоемов) составляет около 0.25 % или, с учетом искусственных — 2.2 %.

Для рассматриваемого региона характерно наличие большого количества озер, расположенных среди постледниковых ландшафтов, которые остались в наследие от ледниковых эпох среднего плейстоцена. Их возникновение было связано с деградацией московского ледника (имевшей место 150 тыс. л.н.), а последующая история отражала чрезвычайную динамичность природных условий региона. На ее протяжении шло постепенное снижение уровня и обмеление озер, обусловленное эволюцией рельефа и осадконакоплением. На фоне общего тренда к падению уровня происходили его неоднократные колебания. В ледниковые эпохи (московскую, валдайскую) существующие в приледниковых условиях ультраолиготрофные и олиготрофные озера характеризовались высоким стоянием уровня и терригенным осадконакоплением. Климатические условия в этот период были суровыми, а растительность имела тундрово-лесотундровый облик. Потепление климата приводило к смене растительности и появлению хвойно-широколиственных лесов. В межледниковые эпохи (микулинскую, голоценовую) вновь продолжались падение уровня озер, их обмеление, эвтрофирование, накопление хемогенных (карбонатных) и органогенных осадков (торфянистых сапропелей) (Алешинская и др., 1992).

Многие озера региона, обычно относимые к постледниковым, занимают низины между

моренных гряд и холмов, другие являются остатками обширных древних ледниковых водоемов, разливавшихся ранее среди зандровых равнин. Большинство из них отличается относительно небольшими площадями, малыми глубинами, их котловины постепенно заполняются илом, сами озера находятся на стадии зарастания. Относительно глубоких озер (с максимальными глубинами до 10 и более метров) осталось совсем мало. Летом обильная водная растительность покрывает большинство водоемов. Многие существовавшие в недалеком геологическом прошлом озера к сегодняшнему дню уже превратились в болота. На сегодняшний день скорость зарастания и заболачивания постледниковых озер существенно усилилась за счет антропогенного фактора. К постледниковым водоемам относятся и наиболее крупные озера региона – Неро, Плещеево, Галичское и Чухломское.

Наряду с ледниково-моренными и водно-ледниковыми озерами зандровых равнин на северо-западе региона, находившемся у границы валдайского оледенения, расположены остаточные озера, например Великое, Вересово, Светлое, Стардовня в Тверской области. Они являются реликтами некогда существовавших здесь обширных водоемов, сформировавшихся в приледниковых областях валдайского ледника. В последние тысячелетия эти, когда-то крупные озера, были частично спущены вытекающими из них реками. Многие из них значительно заросли наступающей болотной растительностью.

Если в суммарной площади покрытия основная доля в регионе принадлежит озерам, расположенным среди постледниковых ландшафтов, то по количеству абсолютное первенство принадлежит пойменным, старичным водоемам, расположенным по долинам многочисленных рек, принадлежащих бассейну Верхней Волги (лишь на западе региона – бассейну Западной Двины и Днепра).

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 до первых

сотен метров, протяженность, соответственно – от десятков метров до 1 - 2 км и более. Глубины - 1-2 м, у больших озер они могут достигать до 5 метров.

Пойменные озера питаются как атмосферными осадками, так и грунтовыми водами. Некоторые озера, 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 уровень воды постепенно падает, пополняясь лишь в периоды дождей. Некоторые наиболее мелкие озера 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 той части региона, где близко к поверхности подходят известняки, имеют место карстовые формы рельефа и карстовые озера. Чаще всего такие озера характеризуются небольшими размерами, округлой формой и значительной глубиной, хоть есть и мелководные карстовые водоемы, которые часто находятся в стадии активного зарастания. Глубоководные озера практически всегда отличаются чистой прозрачной водой. Также как и пойменные, многие карстовые озера, прежде всего мелководные, отличаются относительной кратковременностью своего существования.

Значительное количество озер, в том числе относительно крупных (с площадями более 1 км²), расположено среди торфовыработок и имеют антропогенное происхождение. Однако среди торфяных болот находится и ряд естественных озер.

Анализируя количественные показатели озерного фонда, необходимо отметить, что в рассматриваемом регионе наблюдается постепенное снижение как количества, так и площадей озер, в том числе и наиболее крупных, связанное с процессами естественного «старения» озер. В геологически недавнем прошлом озер

на территории было существенно больше, и они покрывали значительные площади. В последние полстолетия скорость «старения» и «исчезновения» озер заметно увеличилась в связи со значительной антропогенной деятельностью на водосборах. Кроме того, ряд водоемов сокращается в размерах или исчезает за счет различного рода гидромелиоративных работ, а также благодаря активному гидротехническому строительству, часто нарушающему привычное грунтовое питание водоемов. Наряду с сокращениями площади, многие озера сильно мелеют, что приводит к потерям запасов озерных вод.

Анализируя распределение озер региона с

учетом его административного деления, необходимо отметить, что наибольшее их число (в данном случае именно водоемов, превышающих по площади 1 га) характерно для входящих в регион частей Московской, Рязанской и Нижегородской областей. Озера, превышающие по площади зеркала 10 км², присутствуют в Ярославской, Костромской, Тверской, Московской и Рязанской областях (табл. 4.1) При высокой доле малых водоемов и относительно невысокой доле озер со значимыми площадями, наличие средних озер становится важнейшим фактором при анализе обеспеченности региона озерными водными ресурсами.

Таблица 4.1. Основные морфометрические характеристики наиболее крупных озер региона, превосходящих по площади зеркала 10 км².

Озера	Область	Площадь зеркала, км ²	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м
Галичское	Костромская	71.1	3.5	1.3
Неро	Ярославская	51.3	4.5	1.3
Плещеево	Ярославская	50.8	24.3	11.2
Чухломское	Костромская	48.7	4.5	1.3
Великое	Тверская	32	3.5	2.7
Верестово	Тверская	23		1.2
Великое	Рязанская	20.7		2
Дубовое	Московская	11.8	5	1.2
Святое (Шатурское)	Московская	11.8	2	1.1
Святое	Московская, Владимирская	10	8	4.5

4.1.3. Лимнологическая изученность

Озера рассматриваемого региона характеризуются различной степенью лимнологической изученности, часть из них обследуется уже достаточно долго, однако всесторонне изученных озер все же относительно мало.

Первые исследования водоемов региона были

предприняты еще в XIX веке. Чаще всего они носили описательный характер. В 1860-м году выходит книга М. Баранович «Материалы для географии и статистики России...» (1860), содержащая первые опубликованные сведения об озерах центральной части России. В 1880 г. во время Нижегородской экспедиции В.В. Докучаева (1882 — 1886 г.) происходит обследование озер Нижегородской губернии,

по его результатам вышла статья (Докучаев, 1886), содержащая классификацию озер по характеру происхождения их котловин. В конце 1890-х гг. выходит еще ряд статей, посвященных озерам региона. В журнале «Землеведение» Д.Н. Анучин публикует статью «Озера области истоков Волги и Верховьев Западной Двины», а В. Леонов - «Озера бассейна рр. Пры, Поля и Ялмы в Рязанской губернии».

Со второй половины XIX в. начинается обследование и крупнейших озер региона. Так, в записках А.А. Свирелина (1863) содержится ряд интересных данных о рыбном промысле на оз. Плещеево. Чуть позже, в 1870 г., О.А. Grimm дает уже более подробное описание ихтиофауны озера, затрагивая вопросы биологии рыб. В 1890-х г. появляются первые работы, анализирующие влияние человеческой активности на водоемы и их рыбные ресурсы. В этот период Ф.Ф. Каврайский выполняет химический анализ поступающих в оз. Плещеево сточных вод и подробно анализирует их влияние на гидрофауну. По результатам исследований Каврайским (1893) был предложен ряд рекомендаций по улучшению качества воды и повышению рыбных запасов. На начало века приходятся и первые комплексные гидрологические и гидробиологические исследования оз. Неро, а также промерные работы, результатом которых стала его батиметрическая карта.

В конце XIX в. организуются первые стационарные исследования озер. Здесь особое место занимает расположенное вблизи Москвы оз. Глубокое. В 1891 г. на его берегу Императорским русским обществом акклиматизации животных и растений была основана первая в России пресноводная Биологическая станция, основателем которой явился председатель Отдела ихтиологии, профессор зоологии Московского университета Николай Юрьевич Зограф. Его имя было присвоено станции в 1916 г.

На организованной на Глубоком озере станции проводились одни из первых работ по количественному изучению зоопланктона и питания рыб, первое в России исследование бакте-

риопланктона. С 1905 г., когда заведующим станцией стал молодой зоолог Н.В. Воронков, было начато широкое комплексное изучение озера: его морфометрии, батиметрии, температурного режима, гидрохимии, грунтов, макрофитов, зоопланктона, зообентоса и зарослевой фауны.

Исследования на Глубоком озере проводились в содружестве с Н.К. Кольцовым (крупнейшим российским генетиком) и С.Н. Скадовским, которые организовали Звенигородскую биологическую станцию МГУ. В разные годы биостанцию «Глубокое озеро» посещали выдающиеся лимнологи и экологи - Л.А. Зенкевич, В.В. Алпатов, Г.Ф. Гаузе, Б.С. Скопинцев, С.В. Бруевич, Н.Н. Дислер и др. По результатам работ на станции много лет издавался журнал «Труды гидробиологической станции на Глубоком озере». Его первый том увидел свет в 1890 г. (Садчиков, 2010).

В настоящее время Глубокоозерская станция принадлежит Институту проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева РАН. С начала 1970-х гг. она служит основным местом работы лаборатории экологии пресноводных сообществ. Здесь активно проводится морфолого-систематическое и фаунистическое изучение пресноводных микроракообразных, оценка структуры и динамики численности популяций планктонных и фитофильных беспозвоночных, их миграции, механизмов регуляции численности, изучается роль рыб в экосистеме (Коровчинский, 2010). Систематические и разносторонние исследования озера на протяжении 120 лет сделали оз. Глубокое одним из наиболее изученных водоемов России, фактически оно превратилось в экспериментальное.

Среди других озер региона, на которых проводились длительные и детальные исследования, необходимо отметить комплекс озер «Косинское Трехозерье». Первые исследования данных водоемов были сделаны еще в последней четверти XIX в. В 1908 г профессором зоологии и директором зоологического музея Московского университета Г.А. Кожевниковым на берегу оз. Белого была создана Косинская биологическая станция Московского общества

испытателей природы при Московском университете для проведения гидробиологических работ и практики студентов. Создание станции позволило приступить к систематическому изучению флоры и фауны водоемов.

В 1923 г. территория Косинских озер (54.4 га) была включена в список первых заповедников СССР. В этот же год станцию возглавил известный лимнолог Л.Л. Россолимо – основатель советской лимнологической школы. Станция была переименована в лимнологическую и просуществовала до начала 1941 г. Сотрудники Косинской станции занимались подробным изучением озер Подмосковья, прежде всего комплексом озер Косинского Трехозерья. На этих озерах на протяжении ряда десятилетий проводились детальные исследования. В 1924 году, когда в МГУ была организована кафедра гидробиологии, Косинская станция стала постоянной базой летней практики студентов. В том же году вышел первый том «Трудов Косинской биостанции Московского общества испытателей природы (МОИП)».

Во многом именно благодаря исследованиям, проведенным на Косинской станции, Л.Л. Россолимо смог выдвинуть идею «балансового подхода» в изучении водных экосистем. Там же Г.Г. Винберг (в последующем член-корреспондент РАН) изобрел способ определения продукционно-деструкционных процессов (на оз. Белом, 1932 г.). В.С. Ивлев выдвинул идею энергетического подхода при изучении трофических связей, С.И. Кузнецов использовал тот же подход при изучении микробиологических процессов. С.Н. Дуплаков использовал сукцессионный подход при изучении обрастаний (Садчиков, Розанов, 2013).

Наряду с изучением озер Подмосковья, работниками Косинской станции были организованы также несколько экспедиций на озера Мещерской низменности, расположенные на территории Рязанской и Владимирской губерний (1926 и 1927 гг.). В рамках экспедиционных исследований проводились измерения морфометрических характеристик водоемов, изучались их гидрохимические особенности и биота. Первая часть результатов экспедиций по

Мещерским озерам была опубликована в 1928 году в сборнике «Труды Косинской биологической станции Московского общества испытателей природы». В статье Боруцкого Е.В. содержатся сведения о размерах озер, особенностях рельефа их береговых зон и прибрежной растительности, гипотезы происхождения озерных котловин; Спижарный И.И. приводит данные о морфометрии озерных котловин. Работа Киреевой А.С. представляет собой гидрологический журнал, содержащий количественную информацию о температурном и газовом режиме озер, об основных растворенных в воде веществах, Россолимо Л.Л. анализирует физико-химические свойства озерной воды и состав планктона. Дексбах Н.Н. приводит сведения о донных отложениях и организмах, о типологии водоемов. Вторая часть результатов экспедиций опубликована в Трудах Косинской биологической станции за 1929 год. Работы этого сборника посвящены преимущественно фауне мещерских водоемов. Работа Лепневой С.Г. посвящена видовому составу и экологии личинок ручейников, Боруцкого Е.В. – видовому составу и экологии высших ракообразных (Malacostraca), Малевича И.И. – видовому составу и экологии малощетинковых червей (Oligochaeta).

К сожалению, закрытие Косинской станции в 1941 г. сопровождалось и прекращением существования Косинского заповедника. Вместе с тем были свернуты лимнологические работы не только в юго-восточной части Подмосковья, но и на всей территории Мещерской низменности. Дальнейшее изучение озер Мещерской низменности имело место уже только после 1950-х гг., однако охватывало лишь единичные водоемы. Так стационарные гидрологические наблюдения с 1954 по 1987 гг. производились на озере Великом у с. Ушмор. Периодически изучением мещерских озер в пределах Рязанской области занимаются сотрудники Рязанского Государственного Университета.

Только в 1967 г. были возобновлены и многолетние исследования на одном из озер Косинского Трехозерья - Белом. Работы на озере проводились Институтом географии РАН, по их результатам Г.С. Шилькрот (1968, 1979)

выявила произошедшие за период отсутствия наблюдений антропогенные нарушения режима водоема и установила направление их дальнейшего развития. В возобновлении постоянных работ на Косинских озерах заинтересованы сотрудники Института Географии РАН, Российского университета дружбы народов, МГУ имени М.В.Ломоносова и др. Кроме научных работ, на озерах возможно проведение студенческих практик, осуществление просветительской деятельности.

В 1920-30-е годы активизируются экспедиционные исследования и в восточной части рассматриваемого региона. Для оценки экологического состояния оз. Плещеево был проведен ряд экспедиций, в которых принимали участие такие известные озероведы, как П.Г. Борисов, М.И. Первухин, С.А. Озеров, Л.Л. Россолимо, Н.В. Кордэ, Н.К. Дэксбах, М.Л. Грандилевская-Дэксбах и др. Исследования касались изучения фауны водоемов и условий ее обитания. В 1920-40 годы были организованы полевые работы и на оз. Неро, в результате которых были получены сведения о его гидрологии (морфометрия, температура, прозрачность, цветность) и гидрохимии (минерализация, газовый режим). В 1933 г. коллективом под руководством чл.-корр. Александра Петровича Шенникова на территории Молого-Шекснинской низменности были проведены ботанические изыскания с целью последующего создания Рыбинского водохранилища. В тот же период, в 1932 г. почётный академик Н.А.Морозов передал Академии наук СССР часть своей усадьбы «Борок». В 1938 году здесь была основана Верхневолжская база АН СССР, преобразованная затем в биологическую станцию «Борок» им. Н.А. Морозова. Помимо гидробиологических работ, станция должна была изучать влияние водохранилища на почвы, флору и фауну окрестностей пос. Борок. В 1952 году президиум АН СССР определил основные направления исследований этого научного учреждения – комплексное изучение Рыбинского водохранилища, назначив дважды Героя Советского Союза доктора географических наук И.Д. Папанина уполномоченным президиума Академии наук

по развитию биологической станции «Борок» и одновременно ее директором. Наряду с Рыбинским водохранилищем, задачей, поставленной перед станцией «Борок», являлось и комплексное изучение других крупных водохранилищ страны.

В 1956 г. активному изучению наиболее крупных озер способствовало учреждение Российской академией наук на базе станции «Борок» Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Изначально институт был создан как Институт биологии водохранилищ АН СССР, и лишь в 1962 г. переименован в Институт биологии внутренних вод АН СССР. С этого года институт официально занимается изучением не только водохранилищ, но и естественных водоемов, расположенных в центральной части России. Одной из его первых задач в этом направлении явился учет озерного фонда Ярославской области и определение основных направлений хозяйственного использования ряда водоемов. В 1962-63 гг. исследованиями были охвачены 26 наиболее крупных озер. Их результаты легли в основу кадастрового описания этих водоемов (Озера..., 1970). Изучением крупнейших озер региона – Неро и Плещеево, наряду с Институтом биологии внутренних вод РАН, занимались также сотрудники Ярославского педагогического института, Московского Государственного Университета и Института водных проблем РАН. Активное изучение водоемов приходилось на 1980-е гг., а также на конец 1990-х - 2000-е гг. Последнее было связано с усилившимся антропогенным влиянием промышленных и бытовых стоков на озера, а также с добычей сапропеля.

Изучением двух других крупнейших водоемов региона - Галичского и Чухломского с 1970-80-е гг. активно занимаются сотрудники Нижегородского отделения ГосНИОРХ. Данные озера входят в число основных водных объектов, исследуемых с целью обоснования ежегодных допустимых уловов. Наряду с изучением этих крупнейших озер, Нижегородское отделение ГосНИОРХ курирует рыбные ресурсы большей части рассматриваемого региона (Нижегородской, Рязанской, Владимирской, Ивановской, Костромской и Ярославской областей).

Принято считать, что изучение озер Нижегородско-Марийского Заволжья было начато еще с работ В.В. Докучаева (1886). Его Нижегородская экспедиция (1882 — 1886 гг.) провела широкие комплексные исследования природы и почв бывшей Нижегородской губернии, результатом которых был выпуск 14 томов «Материалов к оценке земель Нижегородской губернии» и создание в Нижнем Новгороде первого в России губернского естественноисторического музея. В ходе работ была дана также и первая классификация озер губернии, принятая за основу последующими исследователями. В пределах региона Докучаевым было выделено три группы озер: озера-старицы, провальные озера и озера-болота, к которым были отнесены озера ледникового происхождения. Именно классификация Докучаева была положена в основу последующей классификации нижегородских озер, приведенной в Справочнике по водным ресурсам СССР (1935). Согласно классификации С.С. Станкова (1936), в восточной части региона выделяются провальные (карстовые), дюнные и ледниковые, искусственные и пойменные озера.

В 1960-70-х годах исследования заволжских озер проводили ботаники Нижегородского госуниверситета. Было осуществлено обследование пойменных озер, расположенных в поймах р. Волга, Ока и Ветлуга (Лукина, Никитина, 1977), проведена типизация озер на основе высшей водной растительности. Географом Б.И. Фридманом (2001) была сделана попытка генетической классификации озерных котловин района. Озера восточной части региона подробно изучались и на территории государственного природного заповедника «Керженский» (Южное Заволжье). В Левобережье Волги особое внимание было уделено исследованию оз. Светлояр, являющегося памятником природы Федерального значения. Работы на озере велись сотрудниками Нижегородского Государственного университета (Охапкин и др., 2004). Обобщением результатов исследования озер Нижегородского Заволжья явились работы Баканиной и др. (2001), Баянова (2011).

Изучению озер западной окраины региона посвятили свою деятельность сотрудники Смоленского Государственного Педагогического

Университета. Наряду с озерами, расположенными среди постледникового рельефа, в середине 1960-х годов было проведено подробное изучение старичных озер в долине р. Днепр. По своей площади большинство из них относились к малым водоемам (90 % имели площадь 0.005-0.05 км² и только 10 % - 0.05-0.1 км²). Для 80 отобранных озер было проведено сопоставление их площадей на момент исследования с площадями, полученными еще по картам второй половины XIX века. Было показано, что наряду с зарастанием и исчезновением некоторых озер происходило образование новых (Кремень, 1967).

Среди важнейших учреждений, занимающихся в настоящее время изучением водоемов региона - Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Институт водных проблем РАН, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Нижегородское отделение ГосНИОРХ, а также - Московский Государственный Университет, и многочисленные региональные Университеты и институты.

4.1.4. Особенности функционирования озерных экосистем

Рассматриваемый регион, где широкое распространение имеют ледниковые формы рельефа, оставшиеся в наследие московского оледенения, характеризуется значительным количеством водоемов, большинство из которых отличается малыми площадями. Однако здесь сохранились и относительно крупные озера (площадью от нескольких до десятков квадратных километров), но практически все они отличаются небольшими глубинами. В геологически недавнем прошлом озер на данной территории было значительно больше. Наиболее благоприятные условия для этого возникли при стаивании ледниковых покровов. Так, в период последнего (валдайского) оледенения ледяной панцирь практически не заходил на территорию рассматриваемого региона, однако ее северная и западная части оказались в зоне влияния приледниковых вод, стекавших с основного тела ледника и способствовавших формированию здесь аккумулятивного рельефа, созданного флювио-гляци-

альными отложениями. После таяния ледника существовавшие здесь обширные озера сохранялись недолго, по мере того, как разрабатывались речные долины, большинство из них исчезло. Сохранились лишь те озера, которые находились в более благоприятной тектонической обстановке, таким районом является широкая полоса Ярославского прогиба, где находятся крупные озера Плещеево, Неро, Галичское, Чухломское.

Несмотря на то, что исследования большинства озер региона характеризуются крайней неравномерностью, благодаря тому, что ряд водоемов изучался долго и очень обстоятельно, существует возможность охарактеризовать как относительно крупные, так и мелкие озера.

Большинство озер рассматриваемого региона, полностью расположенного в пределах зоны достаточного увлажнения, сточные и проточные. Частично бессточными являются некоторые карстовые озера, теряющие сток в летний период. Отсутствует поверхностный сток и у многочисленных малых болотных водоемов, расположенных среди обширных болотных массивов региона.

Годовой режим уровня озерной воды характеризуется весенним максимумом, наблюдающимся в результате снеготаяния на водосборе, когда уровень может превышать летний на 30-40 (50) см, и летним и зимним минимумом. В течение лета уровень воды постепенно снижается, а осенью наступает еще один, меньший по амплитуде подъем уровня, связанный с осенними дождями. Зимой, когда резко сокращается приток воды в озера, а сток остается довольно значимым, уровень воды понижается еще больше.

Весь рассматриваемый регион расположен в пределах умеренной климатической зоны и всего трех природных зон – южной тайги (на востоке), широколиственных лесов (на западе), и небольшой территории на северо-востоке, где произрастает средняя тайга. Это обуславливает определенное сходство термического режима находящихся здесь озер. Для всех озер характерен продолжительный период ледостава, изменяющийся по территории от

140-160 суток на северо-востоке (среднепогодная продолжительность) до 110-130 на юго-западе. Низкие температуры воды держатся обычно в течение 6-7 месяцев, а поверхностные озерные воды, как правило, прогреваются до 22-26°C. Температурный режим озер в значительной степени определяется глубиной водоема и его подверженностью ветровой деятельности, при этом количество глубоких озер в регионе очень невелико. Своеобразной чертой является преобладание небольших глубин в наиболее крупных озерах региона (за исключением оз. Плещеево), в то время как в небольших по площади озерах глубины могут иногда достигать 10 м и более. В глубоких озерах происходит формирование прямой стратификации в течение лета, обратной в течение зимы, а также наблюдается два периода гомотермии (весенний и осенний). В мелководных водоемах, преобладающих в регионе, вода обычно перемешивается почти полностью.

Большинство озер рассматриваемого региона характеризуются среднеминерализованными водами, что обусловлено значительной степенью вымывания минералов из подстилающих пород данной территории. Средние значения минерализации для большинства озер находятся в пределах 150-400 мг/л. Характерно существенное колебание минерализации воды по сезонам года, связанное с изменением основных источников питания вод. Так, зимой во многих озерах минерализация выше, так как увеличивается доля грунтового питания. Воды озер, расположенных в районах распространения легко выщелачиваемых пород, а также в районах, характеризующихся повышенной минерализацией грунтовых вод, повышено-минерализованные, их минерализация может подниматься до 500-1000 мг/л и даже более. В ряде случаев повышенная минерализация является следствием антропогенного загрязнения. В некоторых озерах региона отмечаются и низкоминерализованные воды. Например, значительная часть озер Нижегородского Заволжья имеет минерализацию от 15, чаще – от 50 мг/л. Пониженная минерализация характерна и для некоторых подмосковных озер.

По ионному составу воды региона чаще всего принадлежат к гидрокарбонатному классу группы кальция. Однако, в течение года принадлежность к классу или группе может изменяться в зависимости от доминирующего питания. Чаще всего происходит изменение группы, обычно на смешанную или магниевую. Наиболее многообразны по ионному составу воды карстовых озер. Здесь, наряду с гидрокарбонатным классом распространены воды сульфатного класса, при этом группа может быть как кальциевой, так и магниевой или натриевой. Интересны по составу воды и пойменные озера. Состав их воды более всего определяется гидрохимическими особенностями реки, в пойме которой озера расположены. Также, в большей или меньшей степени, на него влияет состав грунтовых и дождевых вод, в зависимости от их доли в питании водоема. Смена класса с гидрокарбонатного на сульфатный, а затем хлоридный, в основном происходит при увеличении минерализации. Однако, в отдельных случаях при определенных физико-географических и геологических условиях хлоридные и сульфатные воды появляются и при малой минерализации.

По величине рН озера региона изменяются от кислых (с рН от 4.3) до нейтральных и слабощелочных, в редких случаях встречаются и щелочные. Пониженные значения рН приурочены к заболоченным регионам, повышенные величины часто связаны с выходами карстующихся пород.

Для региона характерна значительная вариация содержания органических веществ и цветности воды. Озера, расположенные среди торфяников, обычно содержат больше органического вещества (фульвокислот и гуминовых кислот). Об этом говорит и характерный для них коричневатый цвет воды. Такие озера встречаются по всему региону, однако их процент возрастает в его центральной и северо-восточной частях. Карстовые озера часто характеризуются прозрачной бесцветной водой, бедной органическим веществом.

Для большинства озер региона характерно достаточно высокое содержание фосфора и, особенно, азота в воде. Повышенные концен-

трации биогенных элементов связаны как с природными, так и с антропогенными причинами. Рассматриваемый регион является одним из наиболее экономически освоенных в Российской Федерации. Даже в естественных условиях подавляющее большинство озер региона являются мезотрофными и эвтрофными. В силу экономической освоенности количество эвтрофных озер существенно увеличилось, вместе с тем возросло количество гипертрофных водоемов. Местонахождение эвтрофных озер часто связано с культурным ландшафтом, однако очень много и водоемов, трофность которых обусловлена очень малыми глубинами котловин или другими причинами естественного характера. Олиготрофные водоемы практически отсутствуют, к их категории можно отнести лишь некоторые достаточно глубокие карстовые озера. Глубокие озера обычно более холодноводны, что замедляет развитие в них фито- и зоопланктона.

В наиболее заболоченных частях региона встречаются дистрофные озера. Чаще всего это неглубокие водоемы с кислой, буро-коричневой, фактически непрозрачной водой, почти лишенной питательных веществ и кислорода. У них торфяное дно, они бедны не только планктоном и рыбой, но и прибрежной растительностью.

Котловины большинства озер рассматриваемого региона сильно заполнены осадочной толщей. Их берега и дно плоские, в ряде случаев заболоченные. Водная растительность обычно занимает значительную часть акватории. Преобразования озерных котловин связаны в основном с заполнением их озерными осадками, зарастанием и заболачиванием.

Наиболее характерными для региона макрофитами, встречающимися в большинстве озер, среди воздушно-водных растений являются тростник обыкновенный, камыш озерный, стрелолист, манник и хвощи. Из плавающих – кубышка желтая, кувшинка белая, водокрас, из погруженных – рдесты, уруть, элодея, роголистник, телорез. Активное развитие имеют харовые водоросли и фонтиналис. Степень зарастания многих водоемов доходит

до 40 – 80 (90) процентов площади водного зеркала, включая и такие относительно крупные озера, как Галичское и Чухломское.

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. На северо-востоке чаще появление северных холодолюбивых видов, однако и здесь доминируют теплолюбивые представители умеренного комплекса. Среди донных беспозвоночных наиболее распространены личинки комаров-звонцов (хируномиды) и малощетинковые черви (олигохеты).

В водоемах региона обитает около 40 видов рыб. Рыбное население характеризуется богатством состава, однако, часто, их малой ценностью. В связи с этим, наряду с местными видами встречаются и акклиматизированные. Ихтиофауна включает следующие наиболее широко распространенные виды: плотва, окунь, ерш, щука, лещ, налим, язь, синец, карась, снеток, линь, красноперка, судак, густера, уклея, жерех, плотва. В прудах рыбхозов выращиваются: толстолобик, белый амур, карп. Из-за уменьшения мест нереста и ухудшения среды обитания сокращаются запасы судака, жереха, линя, налима, язя.

Большинство средних и малых озер региона относятся к группе высокопродуктивных, высококормных водоемов, однако встречаются и средне- и малокормные. Озера малой площади не имеют высокой рыбопромысловой ценности, однако те из них, которые относятся к группе высококормных водоемов, наряду с прудами, могут использоваться в рыбоводных целях или для развития спортивно-любительского рыболовства.

Отличительной чертой многих озер региона является наличие богатых залежей сапропеля,

характеризующихся значительной мощностью до 4-8 (иногда до 12-20) м. Наиболее мощные залежи сапропелевых илов характерны для остаточных озер, сохранившихся на месте обширных приледниковых водоемов.

Характерной особенностью рассматриваемого региона является заметное сокращение количества озер, расположенных, в том числе, среди постледниковых ландшафтов. Данный процесс хорошо объясняет теория «старения озер», под которым подразумевается естественный процесс обмеления и зарастания водоемов, однако значительное влияние на его скорость оказывает и антропогенный фактор. Постепенное сокращение числа озер отмечается практически для всего рассматриваемого региона, однако особенно заметно оно по его южной границе. В частности, за последние полстолетия произошло некоторое сокращение площадей озер, расположенных в Мещерской низменности, в том числе и наиболее крупных из них, особенно заметное, если сравнивать современные данные с данными, полученными в результате экспедиционных исследований на Мещеру в конце 1920-х годов сотрудников Косинской лимнологической станции. Резко увеличилась степень их зарастания макрофитами. Хотелось отметить, что среди водоемов региона озера Мещерской низменности являются одними из интереснейших водных объектов, обязанных своим происхождением предыдущим ледниковым эпохам. Их расположенность в центре региона, недалеко от постоянно расширяющейся Москвы, свидетельствует о том, что наряду с природной ценностью они имеют и высокое рекреационное значение.

Необходимо отметить, что для рассматриваемого региона, где значимых по площади озер сравнительно мало, значительные скорости сокращения озерных площадей внушают опасения. Для того, чтобы сохранить имеющийся здесь озерный фонд, необходимо изучение вопроса влияния на «старение озер» антропогенных факторов, и выявление наиболее опасных из них, что поможет выработать соответствующие рекомендации по защите озер. Кроме того, одним из решений является придание озерам и их водосборным бассейнам охранного статуса,

по крайней мере, тем, которые можно признать как наиболее ценные. Существующее в регионе количество охраняемых озер могло бы быть существенно расширено, поскольку, скорее всего, это единственный способ сохранить их для наших потомков.

Несмотря на то, что рассматриваемый регион характеризуется сходством основных параметров, определяющих формирование озерных экосистем, существуют и определенные территориальные различия, приводящие к достаточно широкому диапазону показателей лимнических свойств расположенных здесь водоемов. При выделении крупных подрегионов на рассматриваемой территории представляется рациональным основываться на административном принципе. Тем более, что изучение малых и средних озер региона проводится обычно именно на уровне субъекта федерации (в данном случае – области). Исходя из вышесказанного, на территории региона можно выделить Западный (большая часть Московской, части Тверской, Смоленской и Калужской областей), Южный (юго-восток Московской, Владимирская и часть Рязанской области), Центральный (включающий Ярославскую, Костромскую и Ивановскую области) и Северо-Восточный подрегионы (части Нижегородской и Кировской области).

Западный подрегион включает большую часть Московской, части Тверской, Смоленской и Калужской областей. Это наиболее возвышенная часть региона. По его южной оконечности проходила граница московского оледенения, а северо-западная часть находилась в зоне влияния последнего валдайского оледенения.

Западный подрегион характеризуется достаточно большим количеством озер. В его северной части в пределах Тверской области находятся связанные с оледенением остаточные озера - Великое, Светлое, Стардовня, Верестово, являющиеся реликтами некогда существовавших обширных водоемов в приледниковых областях. В последние тысячелетия эти когда-то крупные озера были частично спущены вытекающими из них

реками. Многие из них значительно заросли наступающей болотной растительностью.

В пределах Московской области памятью о прошедших ледниковых эпохах являются озера, расположенные среди ледниковых форм рельефа. В пределах подрегиона наибольшее их количество встречается на Верхневолжской низменности и Московской возвышенности. Наиболее часто встречающимся типом являются водно-ледниковые озера зандровых равнин, покрытых флювиогляциальными песчаными отложениями последних оледенений, принесенными тальми ледниковыми водами. К таким озерам относятся оз. Заболотское, Золотая Вешка, Кузнецовское, Сальковское, Алпатово, Батьковское, Большое Туголянское и Большое Соколово на Верхневолжской низменности. Чаще всего это небольшие по своим размерам водоемы, интенсивно зарастающие и превращающиеся со временем в болота. Однако встречаются и достаточно крупные. Особенностью водоемов этого типа является то, что они, как правило, располагаются группами, насчитывающими от 3-5 до 10-15 и более озер. Отдельно расположенные водоемы, такие, как Бисеровское у поселка Купавна, составляют скорее исключение.

В котловинах между моренными холмами и конечно-моренными грядами северной части Московской области расположено множество моренно-подпрудных озер, размер большинства из которых не превышает 20 га. Примерами моренно-подпрудных водоемов являются оз. Круглое, Долгое, Нерское, Тростенское, Киёво, Озерецкое, Свинское, Торбеево, Большое (Казенное), Стекло, Палецкое и др. Глубина таких озер колеблется от 2 до 40 м и превышает глубины озер предыдущего типа (водно-ледниковых). Моренно-ледниковые озера тоже иногда образуют группы, но обычно они уступают в размерах озерным группам зандровых и зандрово-аллювиальных равнин. Необходимо отметить, что значительная часть существовавших ранее озерных котловин к настоящему времени заполнена илом.

Ледниковые озера распространены и на севере и северо-западе Калужской области в районах с моренным рельефом, в бассейнах рек Угры и

Болвы, например, на водоразделах рек Шани и Медынки, Шани и Извери, Рессы и Болвы. Они имеют здесь округлые очертания и располагаются в понижениях между моренными холмами. Примером ледниковых озер является оз. Бездон (с площадью зеркала около 0.3 км²). В настоящее время все ледниковые, моренные озера области находятся в разных стадиях зарастания и превращения в болота.

Большое количество озер Западного подрегиона находится в поймах рек, в том числе Оки, Москва-реки, Клязьмы, Медведицы, Мологи, Шоши, Тьмы, Угры, а также верховьев Западной Двины и Днепра или в низовьях их притоков. Они занимают углубления прежнего русла реки, в период половодья озера соединяются с рекой и пополняются водой. Среди наиболее крупных пойменных озер – расположенные в пойме Оки - оз. Кривуша, Песочное, Борковское, Петровское, Бельское, Озерицы, Сосна, Тишь (с площадями водного зеркала от 0.3 до 0.4 км²) и др. Глубины пойменных озер обычно небольшие, так, у старичных озер они чаще всего составляют 1-1.5 метра, реже – до 2.5 метров. Глубины сильно варьируют в течение года, увеличиваясь в половодье. Дно таких озер песчаное или илистое. Старичные озера постепенно мелеют вследствие накопления на дне илистых отложений.

Пойменные озера, несмотря на их многочисленность, практически не изучены. Тем интереснее были данные, полученные в Смоленской области в 1965 г. при исследовании 80 старичных озер в долине р. Днепр. В долине Днепра развита аккумулятивная пойма, достигающая ширины несколько километров, а в отдельных районах даже 10 км. По своей площади большинство пойменных озер относятся к малым водоемам (90 % имеют площадь 0.005-0.05 км² и только 10 % имеют площадь 0.05-0.1 км²). Эти озера были разделены на четыре группы:

➤ Озера-старицы, возникшие на месте старых русел рек. Чаще всего они имеют вид подков, глубина их 1.5-3.0 м, прозрачность воды - 0.5-1.5 м. Это наиболее многочисленная группа озер;

➤ Долинно-русловые озера, имеющие вид озеровидных расширений речных русел, глубина их достигает 5-6 м, прозрачность воды - 1.5-2.0 м;

➤ Пойменные озера, имеющие округлую форму, образовавшиеся в результате сокращения их прежних границ;

➤ Небольшое количество озер древней сильно заторфованной долины Днепра, их площадь может достигать 0.08 км², а глубины - 4-5 м, в период половодья эти озера заливаются водами Днепра.

При анализе полевых данных и сопоставлении карт середины XIX вв. и XX Кремень (1967) приходит к выводу, что наряду с зарастанием и исчезновением некоторых озер происходит одновременно и образование новых старичных озер.

В Западном подрегионе встречаются также карстовые озера, возникающие в местах, где близко к поверхности подходят известняки и имеют место карстовые формы рельефа. Карстовые озера обычно характеризуются небольшими размерами, округлой формой и значительной глубиной. На юге и востоке Западного подрегиона они распространены в пределах Москворецко-Окской равнины. Примером таких озер являются оз. Дубасовское, Бордуковское, а также небольшое озеро Волон Глаз в Приокско-Террасном заповеднике под Серпуховом. Карстовые озера встречаются и на территории Тверской области, здесь их примером служат оз. Святое, Большие Ветрицы, Малые Ветрицы. На территории Смоленской области наиболее глубоким водоемом является карстовое озеро Баклановское (площадь 2.5 км², максимальная глубина 28.7 м, средняя – 8.2 м).

Значительное количество озер Западного подрегиона, в том числе относительно крупных (с площадями более 1 км²), расположено среди торфяных выработок и имеют антропогенное происхождение. Однако среди торфяных болот находится и ряд естественных озер. Практически все они характеризуются темной водой и высоким содержанием органики, часто - повышенной кислотностью. Среди торфяников расположены такие относительно крупные

озера, как Великое, Долгое, Карасево, Свиношное (Московская область), Вервижское, Пальцевское, Гавриловское, Бездонное, Желобовское (Смоленская область) и др.

Именно в данном подрегионе расположены наиболее лимнологически изученные озера, уже упоминавшиеся в разделе «Лимнологическая изученность» - оз. Глубокое, а также озера Косинского Трехозерья (Белое, Черное и Святое).

Небольшое *оз. Глубокое* (площадь 0.6 км²) находится в 90 км к западу от г. Москвы, на его берегу нет поселений (рис. 4.2). Озеро полностью соответствует своему названию, его максимальная глубина составляет 32 м, средняя - 9.3 м, большая средняя глубина обусловлена не только значительной максимальной глубиной, но и слабым развитием мелководий. Вопрос о происхождении озерной котловины нельзя считать полностью решенным. Наиболее вероятно, что оно образовалось в результате карстовых или термокарстовых процессов, в пользу чего свидетельствуют большая глубина при малой площади, очертания и форма котловины (Россолимо, 1961).

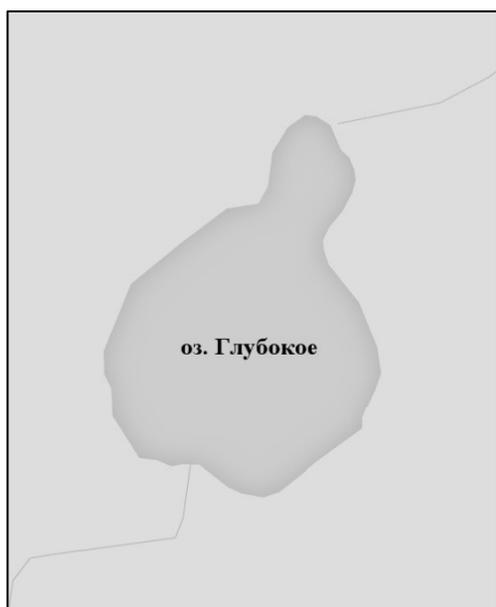


Рисунок 4.2. Оз. Глубокое

В летний период для озера характерна устойчивая температурная стратификация. Согласно данным А.П. Щербакова (1967), мощность гипolimниона в начале лета

составляла 1.5-2 м и к концу лета достигала 5 - 6 м. Температура воды в гипolimнионе на протяжении всего летнего периода оставалась низкой - 4-6°C. Период летней стагнации характеризовался частым недо насыщением кислородом эпилимниона, образованием металимниального минимума кислорода и наличием анаэробной зоны в гипolimнионе. Исследования содержания нитратов и фосфатов выявили почти полное их отсутствие в эпилимнионе в летний период и накопление в гипolimнионе, а подо льдом их содержание было довольно высоким во всей водной толще.

Высшая водная растительность состоит из хвоща, тростника, кубышки и гречихи земноводной. Общая площадь зарастания составляет около 8 % акватории, за последние 50 лет она практически не изменялась.

В фитопланктонном сообществе весной, как правило, доминируют диатомовые водоросли - *Asterionella formosa*, *A. gracillima*, *Tabillaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis*. В некоторые годы появляется *Melosira* и становится господствующей среди диатомовых. Летом чаще всего господствуют сине-зеленые. На озере периодически (не каждый год) наблюдается «цветение» воды, вызываемое массовым развитием *Aphanizomenon flos-aquae*, хотя и с примесью других сине-зеленых. Средняя биомасса фитопланктона по годам существенно изменяется - в среднем за вегетационный период от 1.15 до 13.7 мг/л.

Средняя биомасса зоопланктона колеблется на протяжении года от 0.2 до 1.8 мг/л (среднее 0.67 мг/л). Наибольшую роль в зоопланктоне играют веслоногие ракообразные, которые составляют 30-90 % всей биомассы. Они в основном представлены *Diatomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops strenuus*. На долю ветвистоусых приходится 40-50 % общей биомассы, причем в образовании биомассы среди них особенно велика роль трех видов дафний и в первую очередь *Daphnia cucullata*. Что касается макрозообентоса, то он характеризуется количественной бедностью. Средняя биомасса весеннего макрозообентоса составляет 2-2.5 г/м², а средняя для безледного периода - около 1.5 г/м². В открытой части

озера бентос состоит из олигохет, личинок хирономид и хаборус.

В оз. Глубоком обитает 9 видов рыб. Наиболее многочисленна в уловах плотва, затем мелкий окунь, ерш, лещ и щука. Очень редко вылавливается налим, верховка, вьюн, карась. По биологической продуктивности озеро отнесено к мезотрофным водоемам, но оно имеет свои особенности, позволяющие выделить его в особую категорию вместе с другими сходными озерами, которые отличаются небольшой площадью зеркала при значительной максимальной и средней глубине и воронкообразной котловиной. Такая морфометрия озера приводит к четкой и устойчивой термической стратификации и низкой температуре в гипolimнионе. Хотя в озере в период стагнации происходит обеднение кислородом глубинных слоев воды, замороз рыбного населения практически не бывает из-за больших объемов гипolimниона. Еще одной особенностью оз. Глубокого, является то, что будучи мезотрофным озером, оно обнаруживает некоторые черты дистрофного водоема из-за довольно высокой цветности воды, связанной с поступлением гуминовых веществ из окружающих болот (Щербаков, 1967).

Из других озер, на которых проводились длительные и детальные исследования, нельзя не остановиться на Косинском Трехозерье – комплексе, хорошо известном лимнологам всего мира. **Косинское Трехозерье** (рис. 4.3) составляют небольшие озера Белое (площадь 27 га, максимальная глубина - 13.5 м, средняя - 4.1 м), Святое (площадь 21 га, глубина до 8 м) и Черное (площадь 3 га, глубина - 3-4 м). Многолетние лимнологические исследования на озерах проводились с конца XIX в. до 1941 г. (подробнее - раздел 4.1.3). В 1967 г. они были возобновлены на оз. Белом Институтом географии РАН. Работы позволили выявить антропогенные нарушения режима водоема, установить направление и развитие этих изменений (Шилькрот, 1968, 1979).

Оз. Белое питается водами с небольшого собственного водосбора и получает сток по протоке из оз. Черного, которое находится под сильным воздействием поступающих сюда по

коллектору бытовых сточных вод. Берега оз. Белого интенсивно застраиваются, заселяются.

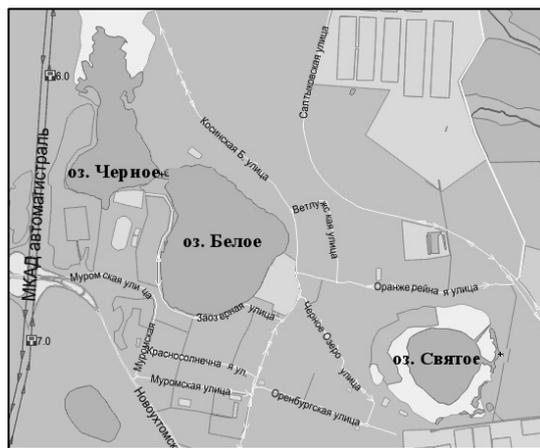


Рисунок 4.3. Косинское Трехозерье

Сопоставление материалов режимных наблюдений в начале XX в. с материалами 1960-х гг. показало следующее. В начале века в летний период слой температурного скачка располагался между 5.5 и 9.5 м. Резкое изменение содержания кислорода в гипolimнионе происходило на той же глубине, содержание кислорода не опускалось ниже 0.13-0.9 мг/л. Для подледного периода среднее содержание кислорода во всей толще воды оставалось на высоком уровне - 1.8-21.1 мг/. Согласно данным Г.С. Шилькрот (1979), в 1967 г. наблюдались резкое падение концентрации кислорода в слое 1.5-2.5 м и полный дефицит ниже 3 м. Произошло существенное увеличение концентрации сероводорода и расширение области его распространения в озере. Вследствие возросших концентраций сероводорода в воде озера произошло изменение окислительно-восстановительных условий и нарушение режима железа, серы, фосфора. Высокий уровень трофии озера (гипертрофии) сложился в период между 1930-ми годами и 1967 г.

Южный подрегион включает, прежде всего, Мещерскую низменность, к нему необходимо отнести юго-восточную часть **Московской, Рязанскую и Владимирскую** области. Это наименьший по площади подрегион, однако, именно в Мещерской низменности сконцентрировано большое количество озер, в том

числе и относительно крупных (по меркам центральной части Русской равнины). Наибольшие из них расположены среди постледникового рельефа и обязаны своим происхождением ледниковой деятельности. Это водно-ледниковые озера зандровых равнин, к которым относятся оз. Великое, Муромское, Щучье, Уденое, Карасево, Большое Микино, Воймежное, Жаркое, Горбатое, Бисеровское, Мазуринское и Медвежье озера. Чаще всего это небольшие по своим размерам водоемы, интенсивно зарастающие и превращающиеся со временем в болота. Однако встречаются и достаточно крупные озера, среди которых оз. Святое (на границе Московской и Рязанской областей), Дубовое и оз. Святое (под Шатурой).

Наиболее крупной в пределах Мещерской низменности является система **Клепиковские озера**, относящаяся к бассейну р. Пра (рис. 4.4). Система начинается оз. Святым, за которым следует цепь озер, соединенных протоками на протяжении 48 км, и заканчивается оз. Мартыновым. Эти озера имеют небольшие глубины - от 1.5 до 3.0 м. Здесь же находится и самое крупное в системе оз. Великое (20.7 км²).

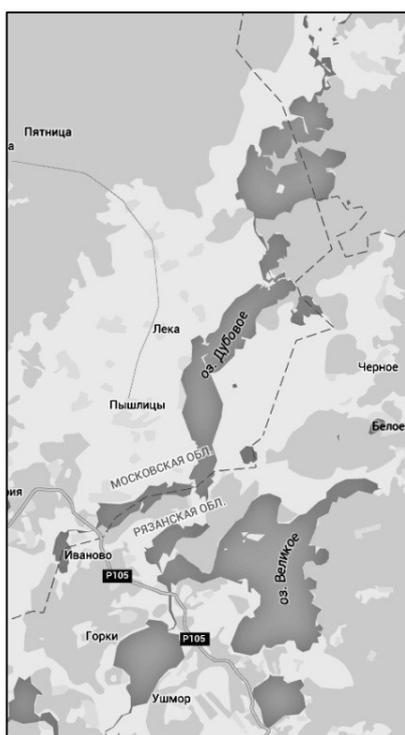


Рисунок 4.4. Клепиковские озера

Согласно палеолимнологическим данным, Клепиковские озера расположены в пределах обширной ложбины, по которой в конце среднего плейстоцена в эпоху московского оледенения от края ледника, располагавшегося к северу от Москвы, шел отток талых ледниковых вод (История озер, 1992). В позднем плейстоцене отложения, накопившиеся ранее в этой ложбине стока, частично были размывы. В холодные эпохи здесь активно развивались криогенные процессы, вследствие чего к северу от Спас-Клепиков в пределах ложбины сформировались обширные термокарстовые котловины. К югу от Спас-Клепиков бывшая ложбина стока талых ледниковых вод в ранневалдайскую эпоху была заполнена озерно-аллювиальными осадками, а к северу в конце позднего плейстоцена сформировался обширный водоем с отметкой уреза 117 м. Он затопил и термокарстовые котловины, и расположенные между ними участки поверхности ранневалдайской аккумуляции с отметками 111 — 117 м. Глубина озера достигала 10 — 15 м, площадь — 250 км² (Природа..., 2004). Современные озера системы р. Пры — остатки этого позднеплейстоценового озера. В конце позднего плейстоцена и в голоцене р. Пра «спустила» древнее озеро, глубокие термокарстовые котловины были заполнены органо-минеральными илами-сапропелем. Согласно представлениям Е.С. Горбатова (2013), движущим механизмом лимногенеза в четвертичной истории Мещеры было обводнение субмеридиональных ложбин стока в ледниковые эпохи вследствие разлива долин Клязьмы, Москвы и Оки. Одним из механизмов перехода бассейнов к слабопроточному режиму в течение ледниковых эпох являлось формирование в долине Клязьмы прирусловых аллювиальных плотин, перегораживающих устья ложбин стока. Последующая деградация и распад отделенных бассейнов на компактные озерные системы была связана с постепенным снижением местного базиса эрозии и углублением эрозийной сети, достигавших максимума в началах межледниковий, а также с развитием процессов заболачивания по мере потепления климата.

Общая площадь современных Клепиковских озер достигает 35 км². В холодные зимы самые мелкие водоемы могут промерзнуть до дна. Берега многих озер заболоченные, в летний период на мелководье водная поверхность покрывается густыми зарослями макрофитов – камышом, тростником, рогозом, ряской и др.

К сожалению, в последние десятилетия наблюдается усилившееся зарастание уникальных Клепиковских озер, сопровождающееся постепенным сокращением площади ряда озер, о чем свидетельствует сравнение данных современных снимков с данными Косинской экспедиции конца 20—х годов прошлого века.

В Южном подрегионе представлено и большое количество озер-стариц, встречающихся в поймах большинства крупных рек, прежде всего на пойме р. Оки, Клязьмы, Ушны, Унжи, Гуся, Пры. Большинство стариц характеризуется небольшими размерами, но есть и относительно крупные. Среди наиболее крупных стариц подрегиона - расположенные в левобережной пойме Оки оз. Песочное (3.6 км²), Урвановское (1.9 км²), Велье (1.3 км²), Виша (1.3 км²), Сельное (1.2 км²), Казарское, Половское, Петровицкое (все около 1 км²).

Там, где близко от поверхности залегают карстующиеся породы, встречаются небольшие карстовые озера. Они сконцентрированы в низовьях Клязьмы и в центре Вязниковского района (на северо-востоке Владимирской области), в местах распространения известняков. Карстовые озера наиболее глубокие (до 20-25 м), имеют сильно минерализованную воду и связаны между собой подземными водотоками. Наиболее крупное и глубокое из карстовых озер Южного подрегиона — Кшара (площадь зеркала около 1.3 км², глубина, согласно большинству источников - 65 м).

Относительно хорошо исследованным озером подрегиона является *оз. Белое* (Клепиковского района Рязанской области) (рис. 4.5) – сравнительно небольшой водоем грушевидной формы площадью около 0.33 км² и максимальной глубиной около 50-60 м. Его котловина имеет простую воронкообразную форму. Вопрос о происхождении озера до конца не исследован, существует масса гипотез, согласно которым

предполагается ледниковое (в том числе эвразионное), карстовое и даже метеоритное происхождение его котловины. Преобладает карстовая гипотеза, представляющаяся наиболее обоснованной, в том числе и из-за формы котловины водоема.

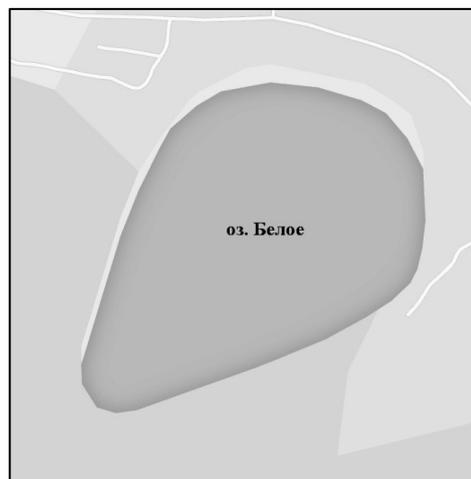


Рисунок 4.5. Оз. Белое

Озеро димиктичное. Согласно М.М. Комарову (2013), в конце лета мощность его эпилимниона увеличивается до 5-7 м, а металимнион опускается до глубины 10 м. Вода озера чистая, прозрачность составляет 5.4 м, что превосходит прозрачность остальных озер Мещеры. Реакция среды близкая к нейтральной (рН 6.4-6.8). Дно озера покрыто мощным слоем черного ила. Высшая водная растительность представлена тростником, сплошным кольцом шириной от 10 до 30 м опоясывающим прибрежную зону, встречаются водокрас лягушачий, элодея и ситняг. Сопоставление данных разных авторов, обследовавших озеро в разные годы, свидетельствует о значительном зарастании озера по сравнению с началом прошлого века. С 1974 г. озеру присвоен статус гидрологического памятника природы регионального значения.

Разнообразие карстовых озер Южного подрегиона подтверждают данные по семи разнотипным карстовым озерам Владимирской области. Учитывая малую изученность водных экосистем карстовых озер, особенно низкоминерализованных, эти исследования дополнили сведения о биоте карстовых озер. Изученные озера располагаются в пределах Балахнинской низины, где широко развит карст, что

обусловлено сравнительно неглубоким (до 60 м) залеганием карстующихся известняков казанского и татарского ярусов и подстилающих их гипсов и ангидритов. Озера относятся к категории малых, стратифицированных и слабоминерализованных. Наименьшая общая минерализация воды 14.7-17.8 мг/л была отмечена в слабозакисленных озерах с рН 5.4-6.2. В озерах с нейтральной водой общая минерализация воды составляла 84.9-145.8 мг/л. Концентрация общего фосфора в озерах изменялась от 0.32 до 1.51 мг/л, что характеризовало озера как мезотрофные, эвтрофные и даже гипертрофные. В этих озерах были детально изучены структура и функционирование фитопланктона (Гусев, 2007, Гусев, Корнева, 2003). Основными факторами, определяющими своеобразие альгофлоры озер, были уровень трофии и рН водоемов. В слабозакисленных и слабоминерализованных озерах преобладали жгутиковые формы из отделов рафидофитовых, криптофитовых, золотистых и динофитовых водорослей при величинах биомассы 0.1-0.3 мг/л. Для озер с более высокой минерализацией воды и нейтральной реакцией доминировали диатомовые, сине-зеленые, криптофитовые и зеленые водоросли при величинах биомассы 0.7-2.7 мг/л. Содержание хлорофилла «а» в этих группах озер составляло, соответственно, 4.2-5.5 мкг/л и 10.2-42.1 мкг/л.

Интересным примером малых карстовых озер является меромиктическое *оз. Беловодье* (рис. 4.6), принадлежащее к группе Собинских озер и расположенное во Владимирской области. Площадь его зеркала составляет всего 2 га, максимальная глубина 23 м. Озеро находится среди частично заболоченного лесного массива. Согласно данным Ю.И. Сорокина (1966), вода озера характеризуется высокой минерализацией и принадлежит к сульфатному классу, группе кальция и магния. У дна содержание солей в 1.5 раза превышает поверхностное. Плотность воды начинает возрастать с глубины 14 м, полная циркуляция захватывает лишь верхний слой. С глубины 14 м в воде наблюдается высокое содержание сероводорода, в иловых отложениях интенсивно протекает редукция сульфатов. Верхняя

граница распространения сероводорода находится на глубине 10 м. Кислород также присутствует лишь до глубины в 10 м. У верхней границы сероводородной зоны на глубине 10-13 м наблюдается массовое развитие пурпурных бактерий.

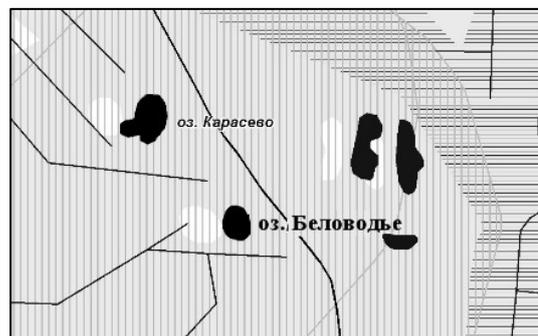


Рисунок 4.6. Оз. Беловодье

Фитопланктон озера количественно беден. Преобладающими формами являются зеленые водоросли и жгутиконосцы. Максимум численности зоопланктона находится на глубине 8-9 м в слоях воды, обедненных кислородом, примыкающим к верхней границе сероводородной зоны. Повышенная численность зоопланктона определяется здесь наличием питания – биомассы тионовых и пурпурных бактерий.

Центральный подрегион включает в себя *Ярославскую, Костромскую и Ивановскую области*. Последнее четвертичное оледенение (валдайское) не затрагивало его территорию, однако оказывало на нее определенное воздействие, в том числе за счет стока с основного тела ледника талых вод, образующих здесь приледниковые озера, со временем относительно быстро исчезнувшие. Для территории характерен аккумулятивный рельеф, созданный ледниковыми и флювио-гляциальными отложениями - моренные холмы, конечно-моренные гряды и зандровые песчаные равнины.

Подрегион характеризуется большим количеством водоемов естественного происхождения, большинство из которых имеют размеры менее 1 га (то есть формально не принадлежат к категории «озера»). В то же время, здесь сохранились и самые крупные в

регионе озера - Неро и Плещеево (Ярославская область), а также Галичское и Чухломское (Костромская область). Более подробно эти озера будут рассматриваться в разделе 4.1.5. В подрегионе расположены и небольшие озера Чистое (площадь зеркала около 4 км²), Вашутинское (3 км²), Сомино (1.8 км²) и др., также обязанные своим происхождением эпохам ледниковья. Почти все они характеризуются небольшими глубинами и повышенной трофностью. Их котловины постепенно заполняются илом, многие находятся на стадии зарастания, поверхность воды летом покрывает обильная водная растительность.

Интересным примером постледниковых озер является сравнительно небольшое *оз. Сомино*, расположенное в 7 километрах от оз. Плещеево (рис. 4.7). Его площадь зеркала составляет 1.8 км², максимальная глубина около 4 м. В озеро впадает р. Вёкса, вытекающая из оз. Плещеево. Уникальность этого озера состоит в том, что его дно покрыто мощным слоем сапропеля оливково-черного цвета. Мощность сапропелевой толщи во впадине достигает 41 м (Нейштадт, 1960, 1965), что свидетельствует о значительном периоде ее накопления. Среди известных сапропелевых озер Земли данная величина характеризуется как чрезмерно высокая. Однако средняя толщина сапропеля по озеру – всего 3 м. По трофическому статусу озеро является высокоэвтрофным. Оно сильно заросло макрофитами, преобладают заросли урути, элодеи, ряски. Весной в озеро заходит щука, судак, окунь, язь, плотва (Озера Ярославской области..., 1970).

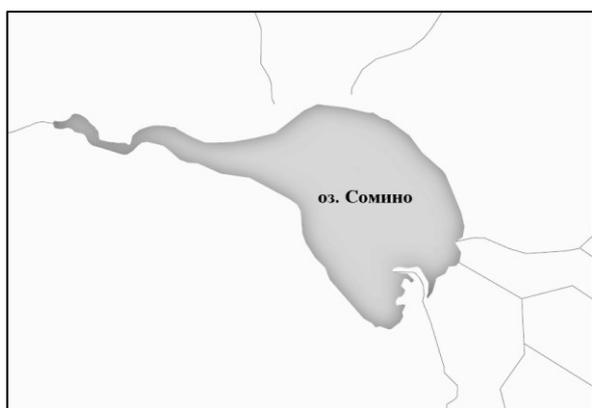


Рисунок 4.7. Озеро Сомино

Наряду с постледниковыми, в Центральном подрегионе много и пойменных, старичных озер, прежде всего в пойме рр. Ветлуга, Унжа и их притоков, а также рр. Лух и Тезы. Среди старичных озер преобладают водоемы с малой площадью, в основном менее 5 га. Поскольку, за исключением Волги, большинство рек Центрального подрегиона небольшие, относительно крупных стариц мало. Среди наиболее крупных пойменных водоемов - расположенные в левобережной пойме Волги озера Яхробольское (площадь зеркала 3.7 км²), Великое (2.3 км²), Искробольское (0.63 км²), Шачебольское (0.45 км²).

На юге, где значительное распространение имеет карстовый рельеф, встречаются карстовые, преимущественно провальные, озера. Целое скопление карстовых воронок находится в Савинском районе Ивановской области, а также в бассейне реки Лух Южского района. Большинство карстовых озер имеют небольшие размеры, отличаются чистой прозрачной водой. Есть как глубоководные, так и мелководные водоемы, мелководные находятся в стадии активного зарастания. Самым глубоким в подрегионе карстовым озером является Клещинское, глубина которого достигает 35 м.

Слабая расчлененность территории, малые уклоны и тяжелый механический состав моренных отложений затрудняют сток, поэтому в области много переувлажненных и заболоченных участков. Для подрегиона характерно большое количество озер, образовавшихся на выработках торфяников, происхождение которых связано с антропогенной деятельностью. Однако здесь есть и естественные водоемы.

К Северо-Восточному подрегиону относятся части **Нижегородской и Кировской** областей. Это наиболее континентальная часть региона, преимущественно расположенная в пределах зоны южной тайги, небольшая часть – средней тайги. Обе области лишь частично принадлежат рассматриваемому региону. Они отличаются большим количеством малых озер, площадь самого крупного из которых (оз.

Пырское) составляет лишь 2.7 км². В подрегионе выделяются пойменные, провальные (карстовые) озера, озера, происхождение которых связано с оледенением (приледниковые, перигляциальные), а также водоемы искусственного происхождения. Много озер смешанного происхождения. Значительное количество озер Северо-Восточного подрегиона сосредоточено в Нижегородском Заволжье. Согласно данным Н.Г. Баянова, Т.В. Кривдиной (2011), озерность Нижегородского Заволжья возрастает с севера на юг, составляя для Заволжской возвышенности около 0.27 %, Семёновского плато – 0.58 %, Волго-Ветлужской низины – 0.83 %.

Пойменные озера имеют широкое распространение в долинах рек Ветлуги, Унжи, Пьяны, Керженца, Моломы. Берега многих из них зарастают водной растительностью, дно сложено илом или песчанисто-глинистыми осадками. Самые крупные пойменные озера приурочены к долине реки Оки – озера Свято (2.37 км²), Кусторка (1.7 км²), Витерево (1.2 км²) и др.

Наряду с пойменными озерами встречаются также провальные (карстовые) озера. В местах более глубокого залегания карстующихся толщ образуются суффозионно-карстовые озера, как, например, Степуринское, Святое Пионерское, Исаевское, Долгое и др. озера в Володарском районе Нижегородской области.

Карстовые озера могут быть как мелкими, так и глубокими. Находящиеся в малообжитой местности глубокие провальные озера обычно сохраняют свой первоначальный облик и глубины, слабо подвергаясь эвтрофикации и заболачиванию. Однако при значительном уровне антропогенного воздействия часть из них мелеет, что происходит вследствие ускоренного эвтрофирования, вызванного повышенным притоком биогенов. Примером мелеющих озер может являться оз. Нестиар. В начале XX в. его максимальная глубина составляла 24 м (Кащенко, 1905), а сейчас она не превышает 5 м. Озеро быстро зарастает высшей водной растительностью. Особенностью Заволжских карстовых озер является их заселенность исключительно представи-

телями широко распространенной аazonальной гидрофауны, что свидетельствует об их относительной молодости (Баянов, 2002).

Собственно ледниковых озер в Северо-Восточном подрегионе нет, так как последнее валдайское оледенение его не достигало, однако ледник оказывал косвенное влияние на его территорию, проявлявшееся в формировании приледниковой (перигляциальной) зоны, где имели место эоловые процессы, приведшие к формированию бугристо-гравистого рельефа с дюнами и котловинами выдувания. Согласно мнению Ф.М. Баканиной и др. (2001), котловины озер в этот период формировались в результате эоловых процессов, действовавших при деградации ледника в условиях перигляциального климата. Такие озера достаточно широко представлены в Волго-Ветлужской низине. Практически все они мелководны и постепенно зарастают. Кроме того, в рассматриваемый район происходил сток приледниковых вод. В результате деятельности приледниковых вод образовались сложные котловины озер М. Полюшкино, М. Язы и Кривое (Баянов, Кривдина, 2011).

Сложное происхождение имеют некоторые озера междуречья рек Керженца и Ветлуги, расположенные в местах глубокого (более 100 м) залегания карстующихся пород – Нестиар, Культей, Светлое, Кузьмияр, Малое Плотово, Рыжан и др. озера в Воскресенском и Воротынском районах, на образование которых повлияли не только карстовые процессы.

По мнению Б.И. Фридмана, в Нижегородском Заволжье широко представлены так называемые майтужные озера – фрагменты плесов древних перигляциальных рек. Озера Ардино (1.1 км²) и Мантурово в Лысковском районе, а также озеро Большое Полюшкино Воротынского района приурочены к длинным русловидным понижениям на поверхности перигляциальных террас и возможно являются остатками плесов древних рек, исчезнувших после деградации ледникового покрова.

Согласно Н.Г. Баянову, Т.В. Кривдиной (2011), большинство (около 70 %) заволжских водоемов составляют расположенные среди болот,

как правило, безымянные озера, поверхностный сток из которых отсутствует. Около четверти составляют озера, питающиеся за счет прилегающих болотных массивов и дающие начало малым лесным речкам (Изьяр, Б. Плотова, Б. Культей и др.). Совсем незначительный процент составляют проточные озера – с впадающими и вытекающими из них малыми речками (М. Культей).

Самым крупным естественным водоемом Северо-Восточного подрегиона является **Пырское озеро** (рис. 4.8), расположенное в его западной части. По мнению Баканиной (2001), его происхождение связано с торфяно-суффозионными процессами (проседанием объемов торфа на дно). Озеро находится среди болотного массива, его площадь составляет около 2.7 км², глубина не превышает 3 м. Озеро значительно пострадало вследствие неконтролируемой добычи торфа, происшедшей в середине прошлого века. В период торфоразработки вода из озера забиралась для технологических нужд (для разжижения торфяной массы), после чего возвращалась обратно в озеро уже сильно загрязненная торфом. Озеро потеряло свою прозрачность, заилилось, заболотилось. Снизилась его глубина.



Рисунок 4.8. Пырское озеро

Озеро признано природным памятником областного значения и охраняется государством. В начале 1990-х гг. был разработан экологический проект по возвращению оз. Пырское первоначального вида. Проект предусматривал удаление болотной растительности и очистку дна озера от отложений ила для облегчения

подпитки озера донными родниками. К сожалению, денег на реализацию проекта выделено не было.

Наиболее подробно исследованным является **оз. Светлояр** (рис. 4.9), расположенное на Семеновском плато Волжской аллювиальной равнины. Его площадь составляет 14.8 га, средняя глубина 10.1 м, максимальная 33.2 м. Оз. Светлояр – типичный димиктический водоем. Согласно Н.Г. Баянову, Т.В. Кривдиной (2011), озеро среднеминерализованное (минерализация в течение года изменяется от 98 до 151 мг/л). Его воды принадлежат к гидрокарбонатному классу, среди катионов наблюдается повышенное содержание большинства ионов (кальция, магния, натрия), изменяющееся в течение года и с глубиной. В летнее время вода озера относится к кальциевой, а в зимнее – магниевой группе. Максимальные величины жесткости и минерализации характерны для придонного горизонта в зимнее время, что обусловлено поступлением в озеро более минерализованных грунтовых вод. Активная реакция среды нейтральная. Прозрачность достигает 5.5 м. Величина бихроматной окисляемости не превышает 29.4 мг О /л. Окончание подледного периода характеризуется наиболее напряженными кислородными условиями. По химическому составу воды и биологическим особенностям озеро квалифицируется как мезотрофно-эвтрофное (по ряду показателей – мезотрофное, по ряду – эвтрофное).



Рисунок 4.9. Оз. Светлояр

Согласно мнению Н.Г. Баянова (2015), в сравнении с наблюдениями второй половины

XX века и начала 2000-х годов, в настоящий момент можно отметить повышение трофического статуса озера Светлояр, сопровождающееся снижением прозрачности вод, и, по-видимому, ростом концентрации хлорофилла и других пигментов фитопланктона. В озере преобладают процессы деструкции органического вещества над его синтезом.

Наряду с оз. Светлояр достаточно полно изучались другие озера, расположенные на территории государственного природного заповедника «Керженский». В их исследовании принимали участие сотрудники Нижегородского Университета (Охапкин и др., 2004). Изученные озера относились либо к водоемам пойменного типа, образовавшимся из стариц р. Керженец, либо были связаны с проявлением карстовых и ледниковых процессов. По площади водного зеркала они принадлежали к категории маленьких и малых - 0.01-0.17 км². Максимальная глубина пойменных озер составляла - 3.21- 8.3 м, средняя - 1.1-2.1 м. Озера с проявлением карстовых процессов были значительно глубже, их максимальные глубины составляли 5.5- 33.2 м, средние - 3.1-10.1 м. Степень гумификации вод изменялась от ультраолигогумозной (оз. Светлояр) до ультраполигумозной, а уровень закисления - от мезоацидного до нейтрального (оз. Светлояр). Большинство исследованных озер характеризовались как слабоминерализованные (сумма ионов 23.4-62.0 мг/л). Гидрохимический класс вод был преимущественно гидрокарбонатный кальциевой группы, и только одно из семи изученных озер имело сульфатный класс натриевой группы. Все озера были богаты биогенными элементами. Среднегодовая концентрация общего фосфора в озерах составляла 43-130 мкг/л. По содержанию общего фосфора озера относились к эвтрофным и гиперэвтрофным озерам. Альгофлора исследуемых озер была представлена зелеными и диатомовыми (со значительным участием эвгленовых) водорослями. Жесткие условия обитания (низкая минерализация, повышенные значения цветности и кислотности воды) способствовали упрощению видовой структуры альгоценозов.

4.1.5. Наиболее крупные озера региона

В регионе отсутствуют большие озера естественного происхождения. Среди наиболее крупных водоемов – озера Неро, Плещеево, Галичское (с площадями зеркала более 50 км²) и Чухломское (чуть менее 50 км²). В период последнего валдайского оледенения рассматриваемый регион был свободен ото льда, однако его северная часть оказалась в зоне влияния приледниковых вод. Образовавшиеся в результате таяния ледника приледниковые озера в большинстве своем существовали недолго, однако частично сохранились в наиболее благоприятной тектонической обстановке, коей явилась широкая полоса Ярославского прогиба (Новский, 1970). Именно здесь на сегодняшний день сосредоточены наиболее крупные озера региона – Плещеево и Неро (Ярославская область), Галичское и Чухломское (Калужская область), сохранившиеся в более древних ледниково-тектонических котловинах.

Поскольку наряду с описанными выше (раздел 4.1.4) озерами Косинского Трехозерья и оз. Глубокое, наиболее крупные озера являются и наиболее изученными, они более подробно рассматриваются в данном разделе.

Озеро Неро, расположенное на юге Ярославской области (рис. 4.10), занимает южную, наиболее пониженную часть Ростовской котловины, возникновение которой обусловлено тектоническими причинами. Время его возникновения относят к периоду последнего Молого-Шекснинского межледниковья конца среднего плейстоцена. В современных очертаниях котловина озера представляет собой гляциодепрессию, с востока, юга и запада окаймленную мощными конечно-моренными образованиями одной из стадий московского оледенения (История озер..., 1992, Алешинская и др., 1992). Этапы эволюции озера включают несколько длительных фаз обмеления и обводнения, постепенное обогащение озерной котловины богатыми органическим веществом осадками. В современную эпоху озеро существует в фазе обмеления, его котловина почти целиком заполнена озерными осадками (Состояние экосистемы ..., 2008).



Рисунок 4.10. Оз. Неро

В плане современное озеро имеет грушевидную форму - с узкой северной и расширенной южной частью, вытянуто с юго-запада на северо-восток. Берега низменны, без крутых склонов. Урез воды расположен на высоте 95 м над ур. моря. Площадь озера составляет 51.3 км². Средняя глубина – 1.3 м, наибольшая – 4.5 м.

Питание озера смешанное, с преобладанием снегового. Приходная часть водного баланса складывается из притока вод, приносимых реками, склонового стока и осадков на водную поверхность. Воды озера относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция, их общая минерализация изменяется по акватории и во времени от 170 до 1000 мг/л (среднегодовая - 240 мг/л). Несколько повышенная соленость и жесткость воды связаны с выходом на дневную поверхность в окрестностях озера сульфатно-хлоридно-натриевых вод, приуроченных к отложениям пермтриаса. Величины pH озерной воды в безледный период могут превышать 8.4. Основными чертами газового режима являются перенасыщение кислородом водной толщи в период открытой воды (связанное с активным фотосинтезом) и резкий дефицит кислорода в подледный период, вплоть до его полного отсутствия по всей акватории. В подледный период содержание сероводорода возрастает в воде до 4 мг H₂S/л.

Озеро высокотрофное. Его вода имеет желтовато-зеленый цвет, характеризуется низкой прозрачностью. Согласно данным Э.С. Бикбулатова и др. (2003), максимальные концентрации общего фосфора (отмеченные в июле и октябре) в воде озера достигали 180-220 мкг/л,

минимальные (в мае) - составляли 40-50 мкг/л. Содержание общего азота в озере колебалось в пределах 800-2860 мкг/л. В течение вегетационного периода в незначительном количестве отмечалось присутствие аммонийного азота и ортофосфатов, при этом практически отсутствовали нитриты и нитраты. Величины БПК₅ в июле 2003 г. изменялись в пределах 2.2-13.9 мг/л. По гидрохимическим и гидробиологическим показателям оз. Неро характеризуется как высокотрофный, олигощелочной водоем, обогащенный органическим веществом и находящийся на стадии перехода в гипертрофное состояние (Состояние экосистемы..., 2008).

Согласно С.И. Сиделеву, О.В. Бабаназаровой (2008), в фитопланктоне озера большая доля принадлежит сине-зеленым водорослям, также присутствуют зеленые и диатомовые. В межгодовой динамике наблюдается доминирование либо нитчатых цианобактерий *Limnothrix redekei*, *Pseudoanabaena imnetica*, *Planktothrix agardhii*, либо фитофлагеллят из отделов Euglenophyta или Cryptophyta. После 1999 г. важнейшим доминантом стала *Oscillatoria redekei*. Среди диатомей преобладают рода *Synedra*, *Stephanodiscus* и *Aulacoseira*. Сезонные изменения численности и биомассы фитопланктона характеризуются летне-осенним максимумом. В отдельные годы пики обилия отмечаются подо льдом и весной. Регулярно летом происходит обильное цветение планктона, и вода принимает оттенок от зеленого до буроватого. По биомассе фитопланктона (14.5-28.4 мг/л) и содержанию хлорофилла «а» (58.2 мкг/л) озеро Неро представляет один из наиболее продуктивных водоемов в Европе, соответствующий гипертрофному типу.

В настоящее время наблюдается некоторое снижение антропогенной нагрузки на озеро, что отразилось на таких показателях фитопланктона, как первичная продукция органического вещества. В современный период продукция фитопланктона уменьшилась почти вдвое по сравнению с 1980-ми годами (Состояние экосистемы..., 2008) В то же время возрастает продукция высшей водной растительности. Степень зарастания озера достигла 26-27 %. Основными продуцентами служат

гелофиты - рогоз узколистный и тростник южный. По сравнению с 1980-ми годами общая площадь зарослей увеличилась на 30 %, запас биомассы макрофитов - на 40 %. Увеличилось распространение тростника, урути и кубышки, что свидетельствует об активизации болотообразовательного процесса на мелководьях.

Зоопланктон оз. Неро представлен 93 видами из 27 семейств, основную его часть в первую половину лета составляют коловратки (>60 %), во второй части лета возрастает доля ракообразных. К постоянному компоненту фауны относятся *Mesocyclops leuckarti*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Keratella cochlearis* и *Asplanchna priodonta*. Доминантный комплекс коловраток включает *Brachionus diversicornis*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Conochilus unicornis*, *Asplanchna girodi*, *A. Priodonta*. Среди ракообразных доминируют *Mesocyclops leuckarti*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*. Относительно уровня 1980-х биомасса зоопланктона уменьшилась в 5-7 раз. При этом большинство показателей структуры сообщества подтверждают высокий трофический уровень озера (Состояние экосистемы..., 2008).

Озеро Неро издревле было богато рыбой. Здесь водятся лещ, окунь, щука, судак, плотва, язь, красноперка, густера, карась. Уловы рыбы в озере в последнее десятилетие существенно сократились. Продолжают снижаться уловы леща - основного объекта промысла, что связывают не с условиями питания молоди, а с высокой степенью загрязнения озера.

Дно озера илистое, мощность слоя ила доходит до 20 м. Основными донными отложениями являются илы типа сапропеля, запасы которого составляют в озере многие десятки миллионов кубических метров. Промышленная добыча сапропеля началась в конце 1990-х годов, но в настоящее время не проводится. Тем не менее, считается, что при всех негативных явлениях изъятие сапропеля представляет одну из самых действенных мер по оздоровлению экологической ситуации в озере.

Озеро Плещеево (Переславское) также расположено на юге Ярославской области (рис. 4.11) и находится на границе восточной части Клинско-Дмитриевской гряды и обширной Волжско-Нерльской низины. Озеро имеет ледниково-моренное происхождение. Глубокая рывтина в районе Переславля-Залесского сформировалась не позднее 600 тыс. лет назад и в дальнейшем последовательно расширялась и углублялась льдами днепровского и московского оледенений. После отступления московского ледника возник бассейн, куда стекали талые воды, и сформировалось древнее Плещеево озеро. В последующей истории шло неуклонное снижение уровня озера и обмеление, обусловленное эволюцией рельефа и процессами осадконакопления. Определенную роль в образовании котловины озера играли и карстовые явления (История озер..., 1992).



Рисунок 4.11. Оз. Плещеево

Озеро имеет овальную форму. Берега ровные, низменные, заболоченные. Площадь водного зеркала составляет 50.8 км². Средняя глубина – 11.2 м, максимальная – 24.3 м. Объем заключенной воды – 0.58 км³. Плещеево озеро – единственный крупный глубоководный водоем центрального региона Русской равнины. Зона больших глубин занята черным илом, далее, до изобаты 13 м черные илы постепенно переходят в оливковые, а выше, до самого уреза воды, простирается область песка. Здесь же, между изобатами 2 и 12 м, находится зона ракуши, с преобладанием мертвых раковин (Экосистема озера Плещеево, 1989).

Основное количество воды поступает в озеро

со стоком реки Трубеж и с осадками непосредственно на его зеркало. Почти половина годового поступления воды происходит в период весеннего половодья. Водное питание Плещеева озера тесно связано с подземными водами, есть признаки разгрузки подземных вод непосредственно в озеро и в его притоки.

Поскольку озеро глубокое, что крайне редко для Русской равнины, его гидрохимические характеристики по ряду параметров значительно отличаются от большинства расположенных в регионе озер. Так, прозрачность воды существенно выше, чем в других озерах Ярославского Поволжья и составляет 5.1- 5.75 м, но при интенсивном развитии фитопланктона прозрачность заметно понижается до 1.8 м. Озеро среднеминерализованное (от 200 до 300 мг/л), вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция (Федорова, 1967).

Озеро относится к водоемам с замедленным водообменом и является весьма восприимчивым к антропогенному воздействию. Загрязняющие вещества аккумулируются в водоеме. Показателем этого явились произошедшие с начала века изменения гидрохимического режима оз. Плещеево. Если в начале XX в. среднее содержание бикарбонатов находилось на уровне 150 мг/л, а сульфатов и хлоридов - в пределах 3-4 мг/л, то к 1980-м годам их концентрации составляли, соответственно, 175, 20-30 и 10 мг/л. В озере наблюдается регулярное появление анаэробного гипolimниона, который существовал примерно 3-4 месяца в году. В летний период мощность анаэробного слоя в 2-3 раза больше, чем зимой (7-8 и 2-3 м, соответственно). Отсутствие кислорода в гипolimнионе сопровождается появлением сероводорода (Экосистема..., 1989).

Явным признаком антропогенного загрязнения озера является повышение содержания в его воде соединений фосфора. Даже в периоды активного развития фитопланктона содержание фосфатов в фотическом слое не опускалось ниже 30-40 мкг/л. Содержание общего фосфора в поверхностных водах в течение года составляло 0.07-0.17 мг/л, у дна - 0.085-0.75 мг/л (Экосистема..., 1989). Концентрация

общего азота изменялась в столбе воды в более узких пределах- 0.58-1.25 мг/л.

Высшая водная растительность Плещеева озера представлена 84 видами, из них 2 вида высших споровых и 1 вид водорослей. Из воздушно-водных растений наиболее многочисленны хвощ приречный, камыш озерный, рогоз узколистный, тростник обыкновенный, манник большой, тростянка овсяничная, стрелолист обыкновенный, ситняг болотный, сусак зонтичный. Погруженные формы представлены рдестом пронзеннолистным и урутью колосистой, они характеризуются наиболее активным развитием. Общее покрытие макрофитами составляет около 6 % площади озера. Наиболее интенсивно зарастают водной и воздушно-водной растительностью западная и северо-западная части озера.

По первичной продуктивности и характеру биоты озеро классифицируется как мезотрофный водоем, но с четко наметившимися признаками эвтрофирования, что подтверждают гидробиологические показатели. В фитопланктоне широко представлены диатомовые и сине-зеленые водоросли, также встречаются представители зеленых. Из-за бурного развития фитопланктона, прежде всего сине-зеленых, в конце июля – августе обычно наблюдается «цветение» воды. На протяжении XX в. в составе фитопланктона произошли значительные изменения, увеличилось его видовое разнообразие и биомасса. Были вытеснены ранее доминировавшие диатомеи рода *Melosira* мелкоклеточными видами рода *Stephanodiscus*, повысилась роль динофлагелляты *Ceratium hirundinella* и сине-зеленых. Согласно О.А. Ляшенко (2003), общая биомасса фитопланктона за период апрель - начало декабря составляла 3.5 мг/л (средняя в столбе воды), а в период весеннего максимума достигала 6-10 мг/л. Среднее для безледного периода содержание хлорофилла равно 6-8 мкг/л, а первичная продукция органического вещества достигала 3-4 г O₂/сут1 м².

Зоопланктон озера насчитывает 132 таксона. Во все сезоны по численности преобладают коловратки. В начале лета значительную часть составляют представители ветвистоусых рако-

образных (*Mesocyclops*), в середине лета увеличивается численность веслоногих рачков. В последние годы в зоопланктоне Плещеева озера обнаружены виды, появление которых сигнализирует о нарастании эвтрофикации водоема. По сравнению с началом XX века общая численность зоопланктона возросла в 2-3 раза. Увеличилась численность и биомасса видов рода *Daphnia* (в 3.5-4 раза по сравнению с началом XX века).

Бентосная фауна представлена хирономидами, олигохетами, моллюсками, нематодами, пиявками. Общая биомасса в среднем за вегетационный период составляет 22.2 г/м². Большая часть биомассы формируется за счет олигохет и хирономид. Среди хирономид доминируют виды рода *Chironomus*, среди олигохет - *Isochaetides newaensis*. Бентос распределяется по площади дна водоема неравномерно, в зависимости от состава грунтов и степени насыщения кислородом придонных слоев воды. На протяжении последних 100 лет общий состав зообентоса не претерпел значительных изменений, однако некоторые виды стали очень малочисленными. В общей биомассе резко возросла доля олигохет и упала доля хирономид. Отмечено появление нового компонента зообентоса — моллюска дрейссены (*Dreissena polymorpha* Pall.).

Ихтиофауна оз. Плещеево представлена 16 видами рыб, относящимися к 6 семействам. Наиболее широко распространено семейство карповых: укля, плотва, лещ, язь, верховка, густера, пескарь, щиповка, линь, серебряный и золотой карась. К семейству лососевых относится знаменитая «переславская сельдь» — ряпушка. Из других рыб в озере обитают налим, щука, окунь. Падение уровня, осушение мелководий, общее эвтрофирование водоема вызывают сокращение нагульных участков молоди рыб в прибрежной зоне, а также в глубоководных участках, где благоприятная для развития планктона и питания рыб зона прогрессивно уменьшается вследствие распространения заморных явлений. В озере уменьшилась численность ряпушки, щуки, леща на фоне возросшей численности мелких окуневых и карповых рыб.

Вокруг озера в 1988 г. основан Национальный парк «Плещеево озеро», признанный особо охраняемой территорией федерального значения.

Довольно крупные озера рассматриваемой территории **Галичское** и **Чухломское** находятся в Костромской области, на оз. Галичском расположен г. Галич, на оз. Чухломском - г. Чухлома.

Галичское озеро – самое большое из Естественных водоемов региона, располагается в Унже-Костромском междуречьи (рис. 4.12). Имеет овальную форму, вытянутую с запада-юго-запада на восток-северо-восток. Площадь его водного зеркала составляет 71.1 км². Средняя глубина – 1.3 м, максимальная – 3.5 м (еще несколько десятилетий назад была около 5 м). Область, занятая глубинами до 2 м, составляет 70 % площади. Объем заключенной воды – около 0.1 км³. Из озера берет начало р. Вёкса, правый приток реки Кострома, впадающей в Костромской залив Горьковского водохранилища (на р. Волга). Значительную долю в питании озера играют грунтовые воды, выходы которых в виде отдельных ключей наблюдаются по берегам и на дне озера и рек его бассейна. Особенно много ключей в средней части озера, где вода не замерзает даже зимой.

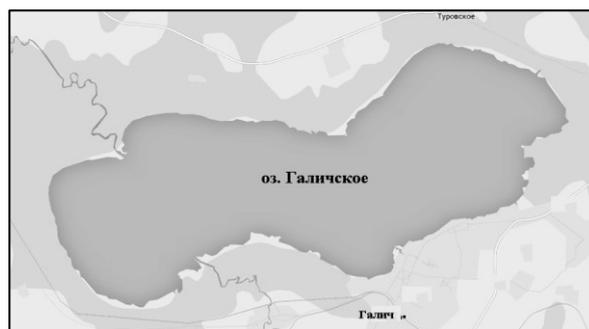


Рисунок 4.12. Оз. Галичское

Озеро ледниково-тектонического происхождения. Ранее на его месте было некоторое понижение, образовавшееся в силу тектонических процессов. Уже с конца среднего плейстоцена котловина была частично заполнена водой. К концу последнего оледенения понижение заполнялось водами тающего ледника (История озер..., 1992).

Современное озеро представляет собой большой по площади мелководный слабопроточный водоем. Большая часть его дна покрыта толстым слоем ила, мощностью 3-8 м (максимальная - 12 м). В озере крупные запасы сапропеля, общий запас которого оценивается в 364 млн. м³. Объем иловых отложений больше объема водных масс.

Вода озера среднеминерализованная (190-410 мг/л), гидрокарбонатного класса, кальциевой группы, достаточно мягкая, величина общей жесткости составляет от 1.9 до 3.2 мг/л. Характеризуется желтой окраской и невысокой прозрачностью (0.5 м). Согласно И.В. Баранову, А.Б. Терешину (1981), в феврале-марте ложе оз. Галичского почти целиком заполняется речными и подземными водами, имеющими сравнительно высокую минерализацию, поэтому общая минерализация озерной воды в марте достигает 577 мг/л, а летом снижается до 202 мг/л. Активная реакция среды изменяется от слабокислой до слабощелочной. В придонных горизонтах наблюдается заметное понижение величины рН. Перманганатная окисляемость не превышает нормативных величин.

Следствием загрязнения и обмеления водоема является нарушение его газового режима. В летний период в воде Галичского озера содержится достаточное количество кислорода, причем поверхностные слои характеризуются его перенасыщенностью, однако ситуацию портит повышенное содержание углекислого газа и сероводорода. В зимний период все еще более усугубляется из-за нехватки кислорода.

Озеро высоко трофное. Минерального азота достаточно для развития гидробионтов, причем преобладает аммонийный азот (76-88 %). Минерального и общего фосфора мало (Отчет..., 2012).

Озеро богато водной растительностью, ее заросли покрывают более половины его поверхности, а с учетом погруженных видов – до 80-85 % площади дна. Доминируют камыш озерный, тростник обыкновенный, рогоз, заросли которых отходят далеко от берегов. Среди погруженных видов - элодея, рдесты. В связи с ухудшением экологического состояния водо-

ема за последние полстолетия площадь, занятая водной растительностью, увеличилась в несколько раз (Фомичева, Колесова, 1995).

В составе фитопланктона обнаружено 83 таксона из 8 отделов - зеленые, диатомовые, сине-зеленые, золотистые, криптофитовые, динофлагелляты, эвглениды, желто-зеленые водоросли. Первичная продукция органического вещества составляла 6-7 мг О/л в сутки. По видовому богатству выделяются зеленые, диатомовые и сине-зеленые. На долю зеленых приходится около половины от общего числа видов, наиболее представительны порядки *Chlorococcales* (16 видов), *Scenedesmus* (14), *Pediastrum* (5), *Monogaphidium* (3). Среди диатомовых разнообразнее других представлен род *Nitzschia*; сине-зеленых – род *Microcystis*. Массовое развитие сине-зеленых водорослей (среди которых отмечены токсичные виды – *Anabaena flos-aquae*) и высокие показатели количественного развития водорослей позволяют характеризовать озеро как эвтрофный водоем (Отчет..., 2012).

В озере выявлено 10 видов коловраток, 14 видов ветвистоусых и 5 видов веслоногих рачков. Биомасса зоопланктона в среднем составляла 4.6 г/м³. Характерными формами являются прибрежные и зарослевые виды, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*. В связи с обмелением водоема в последние десятилетия снизилось количество видов, характерных для открытых пространств. Зарастание озера высшей водной растительностью ведет к снижению продуктивности зоопланктонных организмов.

Бентосное население представлено личинками комаров семейства хирономид *Chironomus plumosus*, малощетинковыми червями — олигохетами, моллюсками *Cincinna piscinalis* и *Anisus draparnaldi*, личинками насекомых (мух, ручейников, жуков, клопов и др.), ракообразными. Состояние бентоса характеризуется снижением численности высокопродуктивных форм.

В озере обитают плотва, ерш, окунь, лещ, щука, судак, густера, линь, налим, вьюн, уклея, карась, язь. Издавна Галичское озеро

служило местом рыбного промысла, однако в последние десятилетия, хоть озеро и является рыбоводческим хозяйством, промысел снизился. Наблюдающаяся тенденция к обмелению озера, ставит под угрозу его экосистему, участились случаи зимних заморозов рыбы. Вопрос о повышении рыбопродуктивности озера неразрывно связан с вопросом о предотвращении его зарастания и о прекращении сброса сточных вод (Петров, 1981).

В настоящее время оз. Галичское по трофическому статусу относится к гипертрофным водоемам.

Оз. Чухломское – одно из крупнейших озер региона (рис. 4.13), расположенное на западе Костромской области. Имеет округлую форму. Площадь зеркала составляет 48.7 км², средняя глубина – 1.3 м, максимальная – 4.5 м. Берега плоские, сильно заболоченные.

Озеро ледникового происхождения, имеет возраст около 75 тыс. лет. (Лебедев, 1958; История озер..., 1992; Квасов, 1975). В связи с заболачиванием площадь зеркала постепенно сокращается, также как глубина озера. С 1963 естественный гидрологический режим оз. Чухломского изменен в связи со строительством плотины на р. Вексе, поднявшей уровень его воды на 1.5 м.

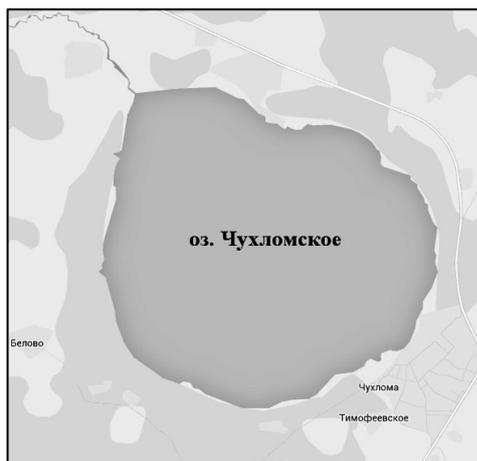


Рисунок 4.13. Оз. Чухломское

Озеро среднеминерализованное (минерализация изменяется по сезонам от 117-214 мг/л), гидрокарбонатного класса группы кальция и магния. Активная реакция воды нейтральная - слабощелочная (рН 7.14). Перманганатная

окисляемость 13.2 мг О/л. Цветность высокая, что обусловлено наличием значительного количества окрашенных органических соединений, водоем полигузмозный (Баранов И.В., 1982). Количество растворенных солей железа не превышает рыбоводных нормативов.

Озеро характеризуется неблагоприятным газовым режимом. Периодически в озере возникают заморы, вызванные разложением органического вещества и низкими уровнями воды в осенне-зимний период. Зимой заморы наблюдаются практически ежегодно, один из наиболее сильных отмечался в 1992 г.

Озеро высокотрофное. Содержание фосфатов в воде оставляет 20 мкг/л, количество минерального азота достаточно для развития гидробионтов, причем наблюдается преобладание аммонийной формы минерального азота (410 мкг/л).

Озеро богато высшей водной растительностью, среди которой преобладают погруженные формы - элодея, рдесты. Площадь зарастания высшей водной растительностью составляет до 95 %. Биологические показатели подтверждают высокую продуктивность озера.

В составе фитопланктона обнаружено 108 видов, разновидностей и форм водорослей из 7 отделов (Отчет, 2012), в том числе: 58 – зеленых, 20 – диатомовых, 13 – сине-зеленых, 8 – эвгленовых, 3 – золотистых, 3 – пиррофитовых, 2 – желто-зеленых, 1 – криптофитовых. Среди зеленых наиболее разнообразны хлорококковые (род *Scenedesmus*); среди сине-зеленых – хлорококковые (род *Microcystis* – 4).

Проведенный в 2008 г. анализ содержания хлорофилла «а» в воде озера Чухломского показал, что трофность данного водоема значительно ниже озера Галичского. Содержание хлорофилла «а» составляло 6.31 мг/ м³, что соответствует αβ- мезотрофному типу водоемов (Отчет..., 2012).

В сообществе зоопланктона выявлено 6 видов коловраток, 11 – ветвистоусых, 5 видов веслоногих рачков и присутствие в планктонных пробах ракушковых рачков-остракод. Широко представлены литоральные и зарослевые виды

ветвистоусых ракообразных - *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*. Наиболее массового развития в летнее время в пелагическом биотопе достигает веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti*. Согласно В.В. Петрову (1981), биомасса зоопланктона в среднем составляла 2.2 г/м^3 , согласно исследованиям 2008 г. – 1.8 г/м^3 .

Озеро Чухломское является сапропелевым водоемом, у которого объем иловых отложений больше объема водных масс. Толщина ила составляет 5–7 м (Лепнева, 1950). Преимущественное значение в бентофауне принадлежит фитофильным организмам, а именно личинкам хирономид и моллюскам. Согласно данным Г.Н. Мягковой (Отчет..., 1994), видовой состав бентофауны в оз. Чухломском в 1994 г. сократился по сравнению с ранее проведенными исследованиями (1967, 1978, 1979 гг.). Исчезли целые группы донных организмов (Trichoptera, Ephemeroptera, Lepidoptera). Так, если в 1967 г. был найден 51 вид донных беспозвоночных (Нилова, Шабанова, 1972), то в 1994 г. – 32 вида. Произошла замена высокопродуктивных и ценных в пищевом отношении личинок хирономид рода *Chironomus*, мелкими хищными. В количественном плане тоже наблюдалось снижение средних показателей, как по численности, так и по биомассе. В 2004 г. в открытой части биомасса донных беспозвоночных составляла 61.4 г/м^2 , в прибрежье – 6.28 г/м^2 . Основу численности и биомассы в озере создавали личинки хирономид. Кроме хирономид, в составе донного населения озера были найдены олигохеты, пиявки, моллюски (речная живородка *Viviparus viviparus* и катушки), личинки мокрецов.

Основу ихтиофауны составляют малоценные рыбы - плотва, окунь, ерш, на долю более ценных мирных видов (карась) приходится незначительное количество корма. Из-за высокой степени зарастания озеро находится в критическом состоянии и требует проведения мелиоративных работ (Баранов, Терешин, 1981, Петров, 1981).

4.1.6. Реакция озерных экосистем на антропогенную нагрузку

Рассматриваемый регион является одним из

наиболее экономически развитых в пределах европейской территории России. Здесь сконцентрирована значительная часть промышленности РФ. Развита машиностроение и металлообработка, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая, легкая, пищевая, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, полиграфическая промышленность, космическая и ракетная техника, электроэнергетика. Производится оборудование тепловой и ядерной энергетики, ядерного топлива, и мн. др. Также сконцентрированы предприятия оборонного комплекса. Промышленность региона использует преимущественно привозное сырье, однако в регионе развиты и добывающие отрасли. Ведется добыча полезных ископаемых, в том числе строительных материалов, торфа. На территории региона активно развивается сельское хозяйство. Животноводство преобладает над растениеводством, и главным образом направлено на производство молока и мяса. Значительная часть посевных площадей занята кормовыми культурами, большие площади (преимущественно на юге региона) отведены под посевы зерновых: пшеница, ячмень, овес, рожь.

Регион характеризуется и значительной плотностью населения, только в пределах Москвы и Московской области сконцентрировано чуть менее 20 млн. человек. Активное развитие промышленности и сельского хозяйства, высокая концентрация населения страны определяют значительную нагрузку на водные ресурсы. Характерными загрязняющими веществами водных объектов являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжелые металлы.

Значительное влияние на озера региона оказывает **промышленное загрязнение**. Оно происходит благодаря сбросу промышленных сточных вод различной степени очистки как непосредственно в озера, так и в питающие их реки. В западной части региона важнейшими предприятиями, сбрасывающими загрязняющие сточные воды, являются АО «Воскресенские минеральные удобрения», предприятие по производству удобрений и азотных соединений ОАО Дорогобуж, ЗАО «Рязанская

нефтеперерабатывающая компания», Рославльский Автоагрегатный Завод АМО Зил. В южной части региона основным загрязнителем поверхностных вод является ОАО «ЗиД», г. Ковров (Завод Имени Дегтярева), в центральной - комбинат легкой промышленности ООО «Родники-Текстиль» (г. Родники) и Ярославский моторный завод ОАО «Автодизель» (ЯМЗ), в северо-восточной части - Балахнинский целлюлозно-бумажный комбинат ОАО «Волга».

В огромной степени озера региона страдают и от коммунальных стоков. Причем малые водоемы чувствительны к стокам населенных пунктов практически любого размера, расположенных как в непосредственной к ним близости, так и в пределах водосбора.

Загрязнение, производимое промышленными и городскими центрами, существенно сказывается на крупных водоемах региона. В настоящее время воды *оз. Чухломского и Галичского* квалифицируются как загрязненные, 3 класса разряда А или Б. Причем качество вод Галичского озера в последние десятилетия улучшилось в связи с сокращением количества промышленных предприятий в г. Галич, что способствовало сокращению токсического загрязнения водоема. Его основными источниками являлись Галичский автокрановый и кожевенный заводы, из которых продолжает работать лишь ОАО Автокрановый завод. Периодически в озерной воде наблюдается повышенное содержание марганца, хрома, железа, однако оно существенно снизилось в сравнении с концом 1980-х гг. В результате, на сегодняшний день важнейшими загрязнителями воды стали бытовые стоки и простой мусор.

По многолетним данным индекса загрязнения вод, воды *оз. Неро* в большинстве случаев характеризуются как «загрязненные» - 3 класса разряда А или Б. На состояние оз. Неро негативно влияют отходы предприятий, расположенных в береговой зоне, а также коммунальные стоки. Особенно сильно загрязнение сказывается в северной части озера, где расположен г. Ростов. В связи с активным загрязнением усиливается зарастание водоема,

с каждым годом водоем все больше напоминает болото. Рыба, обитающая в озере, мельчает, ряд видов исчезает.

Значительное антропогенное воздействие ощущает на себе *оз. Плещеево*. Наряду с антропогенным эвтрофированием, вызванным поступлением большого количества органического вещества с плохо очищенными бытовыми стоками, озеро испытывает существенную химическую нагрузку, связанную с работой химических предприятий г. Переславля-Залесского, расположенного на его южном берегу по обе стороны р. Трубеж.

Среди озер региона с площадями более 10 км² особенно сильно загрязнены воды *оз. Великое* (Рязанская обл.), которые в последние годы оцениваются как экстремально загрязненные, 5 класса загрязнения.

Важнейшей опасностью загрязнения поверхностных вод является *аэротехногенное загрязнение*. Оно связано с работой широко распространенных в регионе предприятий энергетической отрасли по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды, предприятий транспорта и связи, предприятий, эксплуатирующих объекты размещения отходов, таких, как ООО «Эко-транс», а также ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» и его региональных отделений, ООО «Газпром трансгаз Ухта», ОАО «Территориальная генерирующая компания № 2», ОАО «Московская объединенная энергетическая компания». Кроме того, важнейшими источниками аэротехногенного загрязнения в западной части региона являются Каширская и Шатурская ГРЭС, ОАО «Щуровский цемент», московский нефтеперерабатывающий завод ОАО «ГазпромнефтьМосковский НПЗ», ОАО «Воскресенскцемент», предприятие по производству удобрений и азотных соединений ОАО Дорогобуж, Холм-Жирковское ЛПУМГ управления «Газпромтрансгаз», ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания». В южной части региона это предприятие стекольной промышленности - ООО «Руджам» (г. Гороховец). В центральной части региона основными источниками выбросов загряз-

няющих веществ являются крупные промышленные предприятия, Костромская ГРЭС, предприятия деревообрабатывающей промышленности ООО «Кроностар» и ОАО «Фанплит», нефтеперерабатывающее предприятие ОАО «СлавнефтьЯрослав-нефтеоргсинтез», сажевый завод ОАО «Ярославский технический углерод», ООО «Балтнефтепровод», ФГ КЭУ «43 ЭТК» (войсковая часть 62681). В крупных городах региона отмечается загрязненность воздуха оксидом углерода, оксидом и диоксидом азота, диоксидом серы, формальдегидом, бенз(а)пиреном, аммиаком, сероводородом, приземным озоном, фенолами, взвешенными веществами.

Наибольшее влияние на водоемы региона оказывают *сельскохозяйственные стоки*. К сожалению, состояние сельскохозяйственных земель значительной части региона не отвечает правилам рационального землепользования, а многие животноводческие комплексы и фермы не имеют очистных сооружений должного уровня. В результате талые и ливневые воды выносят с полей и животноводческих предприятий в озера фосфор, азот, калий и др. биогенные вещества, повышая их концентрацию в воде до опасного уровня и вызывая бурное развитие фитопланктона. Резкое увеличение продуктивности органического вещества приводит к тому, что оно не успевает полностью минерализоваться, происходит процесс быстрого антропогенного эвтрофирования водоемов.

Высокие темпы эвтрофирования мелководных озер региона приводят к их быстрому зарастанию, сокращению акватории и, в конце концов, исчезновению. Заполнение мелководной озерной чаши происходит как за счет сноса в нее рыхлого материала со склонов, так и благодаря ее обильному зарастанию водной растительностью, ускоренному вследствие чрезвычайно высокой концентрации в воде биогенного вещества. Обе причины, прежде всего, определяются темпами развития сельского хозяйства региона и могут как-то сдерживаться лишь при активном внедрении правил рационального землепользования.

Давняя и сильная распаханность Ростовской котловины привела к эвтрофированию и наиболее крупных озер региона. *Оз. Неро* представляет собой один из наиболее продуктивных водоемов в Европе. В результате антропогенного эвтрофирования его вода по биомассе фитопланктона (14.5-28.4 мг/л) и содержанию хлорофилла «а» (58.2 мкг/л) в настоящее время соответствует гипертрофному типу. Эвтрофирование озера привело к снижению рыбных уловов, продолжают падать уловы леща - основного объекта промысла. Наблюдается эвтрофирование и наиболее глубокого из крупных озер региона – *оз. Плещеево*. По первичной продуктивности и характеру биоты озеро пока классифицируется как мезотрофный водоем, постепенно переходящий в эвтрофное состояние. *Галичское озеро*, также как и оз. Неро в настоящее время характеризуется как гипертрофный водоем. Озеро сильно загрязнено аммонийным азотом (0.3-0.5 мг/л) и нитратами (0.03-0.08 мг/л). Важнейшей опасностью для озера является его обмеление. Среди причин обмеления называют изменение стока питающих озеро рек, в том числе твердого стока, прогрессирующее заиление и эвтрофикацию, сопровождающиеся бурным развитием высшей водной растительности.

Антропогенному эвтрофированию подвержено и большинство малых озер региона. Так, согласно Г.С. Шилькрот (1979), в период отсутствия наблюдений с 1930 по 1970-е гг. произошло существенное эвтрофирование *оз. Белого*, входящего в Косинское Трехозекрье. Когда-то озеро характеризовалось благоприятным кислородным режимом, тогда как в настоящее время в зимний период в нем наблюдается резкое падение концентрации кислорода в слое 1.5-2.5 м и полный дефицит ниже 3 м.

Эвтрофирование озер *Мещерской низменности* сопровождается их чрезвычайно быстрым зарастанием, приводящим к потере площади ряда озер и исчезновению небольших водоемов. Сопоставление данных авторов, обследовавших в разные годы Клепиковские озера, свидетельствует об их значительном

зарастании по сравнению с началом прошлого века.

На качестве озерных вод сказываются и проводимые в бассейнах озер *вырубка лесов* и *мелиоративные предприятия*. Мелиорация земель в пределах озерных водосборов понижает уровень воды и изменяет характер водообмена озер, иногда она сопровождается значительными сбросами дренажных вод, содержащих дополнительное количество взвешенных и органических веществ, железа, макрокомпонентов, фосфора.

Негативное влияние на озера региона оказывают и ведущиеся *торфоразработки*. Ярким примером здесь может явиться *оз. Пырское* в Нижегородской области. Вследствие неконтролируемой добычи торфа (прежде всего в середине прошлого века) берега озера за последние сто лет сильно заболотились, дно заилилось, озеро обмелело, а когда-то голубоватая вода приобрела коричневый торфяной оттенок. Максимальная глубина озера с 5 м в начале века снизилась до 3 м в настоящее время.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что важнейшим проявлением антропогенного воздействия на водоемы рассматриваемого региона является антропогенное эвтрофирование. Его темпы, наблюдавшиеся в течение последнего века, привели к существенному снижению качества природных озерных вод и требуют адекватных решений. С антропогенным эвтрофированием связаны и наблюдающиеся высокие темпы сокращения озерного фонда региона. Ускорившееся поступление с водосбора рыхлого материала способствует постепенному заполнению водной чаши, а повышенное содержание биогенных веществ в воде приводит к активному зарастанию мелководных водоемов. В результате мелкие озера постепенно пропадают, а более крупные сокращаются в размерах. Кроме того, ряд водоемов сокращается в размерах или исчезает за счет различного рода гидромелиоративных работ, а также благодаря активному гидротехническому строительству, часто нарушающему привычное грунтовое питание водоемов.

Одним из решений проблемы сокращения озерного фонда является придание озерам и их водосборным бассейнам охранного статуса. При этом существующее на сегодняшний день число охраняемых водных объектов может быть значительно расширено.

[К содержанию](#)