

### 2.3. Озера, образованные на северо-западе поверхности Русской плиты, в пределах области распространения валдайского оледенения

#### 2.3.1. Физико-географическая характеристика региона

Центральную часть Восточно-Европейской платформы, смыкающуюся на севере с Балтийским щитом и ограниченную Украинским щитом на юге и Предуральским прогибом на востоке, занимает Русская плита, сложенная мощным комплексом осадочных пород, залегающих на кристаллическом фундаменте (рис. 2.26). В период последнего (валдайского) четвертичного оледенения северо-западная часть Русской плиты оказалась под ледниковым панцирем, существенно преобразившим

ее рельеф и оставившим в наследие большое количество озер. Граница оледенения проходила по линии Смоленск – Осташков – по Валдайской возвышенности – к Рыбинскому вдхр. — оз. Кубенское — г. Вельск — вдоль р. Вага – вдоль западной и северо-западной окраин Двинско-Мезенской возвышенности – к нижнему течению р. Мезень. В пределах оледенения оказались территории, занятые на сегодняшний день Ленинградской, Псковской, Новгородской областями, а также северо-западной частью Смоленской, северо-западной и северной частями Тверской, западной частью Вологодской, и западной частью Архангельской области. Также под ледниковым покровом находилась и являющаяся полуэкславом Калининградская область.



Рисунок 2.26. Карта северо-западной части Русской плиты

Поверхность северо-западной части Русской плиты характеризуется преимущественно плоским, холмисто-равнинным рельефом с относительно небольшими амплитудами высот (до 350 м над ур. моря). Обширные низменности (Псковская, Приильменская, Прионежская, Молого-Шекснинская и др.) чередуются с многочисленными невысокими грядами и возвышенностями, самая крупная из которых – Валдайская.

В дочетвертичное время территория рассматриваемого региона испытала сложные колебательные движения и многократную смену морского режима континентальным, окончательное установление континентального режима произошло уже в конце палеозоя. В течение четвертичного периода регион неоднократно оказывался под панцирем материковых оледенений, сыгравших большую роль в формировании его твердого фундамента, усиливших его дифференциацию благодаря денудационной и особенно аккумулятивной деятельности ледников и их талых вод.

Валдайский ледник покинул пределы рассматриваемой территории лишь около 12 тысяч лет назад, поэтому вся ее поверхность характеризуется хорошей сохранностью ледниковых и водно-ледниковых форм рельефа, молодостью гидрографической сети и повышенным коэффициентом озерности, который, однако, существенно уступает озерности территорий, находящихся в пределах Балтийского кристаллического щита.

Рассматриваемому региону свойственно широкое распространение аккумулятивных форм рельефа, созданных ледниковыми и флювио-гляциальными отложениями, в то время как эрозионные формы, возникновение которых связано с деятельностью ледниковых водных потоков, имеют меньшее распространение. Основные типы рельефа – моренные, зандровые, волнистые водно-ледниковые или плоские озерно-ледниковые и аллювиальные равнины, озо-камовые комплексы, овально-продолговатые друмлины, ледораздельные возвышенности, холмистые моренные краевые гряды, в том числе конечно-моренные гряды, созданные известняковыми породами и

соляными пластами. Среди моренных холмов, ледниковых равнин, камов и озов встречаются многочисленные понижения, часть из которых занята озерами. Благодаря широкому распространению площадей с относительно плоской поверхностью и существенному превышению осадков над испарением, значительная часть территории заболочена. Характерно, что часть верховых болот образовались в результате заторфовывания послеледниковых водоемов.

Центральная часть Восточно-Европейской (Русской) равнины находится в зоне распространения умеренно-континентального влажного климата, смягченного относительной близостью Атлантического океана, переходного от морского (атлантического) на западе к континентальному на востоке и юго-востоке. Основной особенностью климата является непостоянство погоды, обусловленное частой сменой воздушных масс, которые, в зависимости от района формирования, подразделяются на массы умеренных широт (континентальные и атлантические), арктические и тропические. Морские воздушные массы обуславливают сравнительно мягкую зиму с частыми оттепелями и умеренно-теплое лето. Континентальность климата возрастает в восточном направлении и проявляется в удлинении зимнего периода и увеличении летнего тепла. Наиболее холодной является северо-восточная часть территории, наиболее теплой — юго-западная.

Регион расположен в зоне избыточного увлажнения. В его пределах за год выпадает от 500 до 850 мм осадков (в отдельные годы величина годовых осадков может изменяться от 400 до 900 мм). Их распределение по территории неравномерно, при общем уменьшении осадков с запада на восток наблюдается заметное изменение их количества в зависимости от рельефа и наличия крупных водоемов. Наименьшее количество осадков характерно для прибрежных низменностей, наибольшее – для возвышенных районов. Значительная часть осадков выпадает в виде снега. Устойчивый снежный покров лежит в западных и юго-западных районах около 120—140 дней, в восточных – 160—170 дней. Годовая величина испаряемости составляет от 300 до 450 мм, то

есть превышение осадков над испаряемостью практически по всему региону составляет более 200 миллиметров, местами - до 400 миллиметров.

Климатические особенности региона обуславливают размещение на его территории четырех природных зон – северной, средней и южной тайги и хвойно-широколиственных лесов. Определенные различия в климате, в 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.

### **2.3.2. Происхождение озер и их распределение по территории**

Поверхность северо-западной части Русской плиты является наиболее озерной в сравнении с другими ее частями. На ней находятся части акватории крупнейших европейские озер – Ладожского (около половины акватории) и Онежского (южная часть), а также такие крупнейшие озера Европы, как Чудско-Псковское, Ильмень и Белое. Кроме того, здесь расположено огромное количество небольших ледниковых озер, заполняющих котловины между моренными холмами или имеющих подпрудное происхождение, встречаются озера – старицы, на болотных массивах раскидано огромное количество болотных водоемов, а там где залегают карбонатные отложения возникают карстовые озера.

Согласно расчетам А.П. Доманицкого и др. (1971), на территории Северо-Запада Европейской части СССР ориентировочно находилось 21 400 озер с общей площадью 3 544 км<sup>2</sup>, почти 97 % этих озер имело площадь менее 1 км<sup>2</sup>. Однако границы выделенного Доманицким региона не полностью совпадали с границами последнего оледенения, кроме того они включали и часть территории Прибалтийских республик.

Выполненная в Институте озероведения РАН в 2012-2014 гг. новая оценка озерных водных ресурсов территории Российской Федерации

по всем ее субъектам основывалась на современных опубликованных данных по площадям наиболее крупных озер, а также включала результаты расчетов площади и количества малых и средних водоемов, осуществленных с использованием возможностей программы «Google – Планета Земля». Согласно данной оценке в выделенном регионе дешифрируется около 30 000 водоемов, более 90 % которых имеют естественное происхождение. Озер площадью более 1 га – более 15 000 тысяч. Среди искусственных водоемов распространение имеют водохранилища, пруды, котлованы, а также, прежде всего на северо-востоке региона – многочисленные остаточные озера на месте торфяных выработок. Средняя озерность региона составляет около 2 % или, с учетом площади крупнейших водоемов – 7.7 %. Подробные результаты данной оценки по всем субъектам федерации будут рассматриваться в главе 7.

Большая часть озер, расположенных в рассматриваемом регионе, обязана своим происхождением ледниковой деятельности. По происхождению котловин они очень разнообразны, прежде всего, они делятся на ледниково-тектонические и ледниковые, которые в свою очередь подразделяются на множество подтипов. Наиболее крупные озера – Ладожское и Онежское, а также озера Чудско-Псковского комплекса, оз. Ильмень, Белое, Кубенское, Воже, Лача, Кожозеро, Кенозеро занимают котловины ледниково-тектонического происхождения. В период четвертичного оледенения такие котловины были в значительной степени переформированы эрозионной деятельностью ледника. К ледниковым относятся озера, образовавшиеся в выпаханных ледником впадинах или в областях распространения зандрового и холмисто-моренного рельефа, на месте захоронения огромных глыб льда, откалывавшихся от ледника при его отступании, и перекрытых толстым слоем моренного материала.

Для возвышенностей характерно значительное количество ложбинных озер, котловины которых зародились при выпахивании земной поверхности языками ледника. Впоследствии, при таянии ледника, образовавшиеся рытвины-

котловины заполнялись водой; ложбинные озера имеют вытянутую форму, ориентированную по направлению движения ледника, чаще всего они характеризуются значительными размерами и глубинами. К этому типу относятся такие озера как Волго, Стерж, Пено, Кафтино, Мстино, Молдино, Щучье, Акатовское, Бол. Рутовечь, Каспля, Чепли, Рытое, Велисто и др. Встречаются и узкие, вытянутые в длину ложбинные озера, образовавшиеся в углублениях русел бывших ледниковых потоков, обычно такие озера имеют значительные глубины, часто они расположены по руслу основных рек (Язно, Яское, Усвеча, Усмынское, Рудо и др). На территории зандровых и озерно-ледниковых равнин расположены такие относительно крупные ледниковые водоемы как Вселуг, Великое, Сиг, Себежское, Невельское, Урицкое, Жижицкое, Двинь, Велинское и другие. Для многих из них характерны лопастная форма и изрезанная береговая линия. Примерами озер, возникших на месте захороненных ледниковых глыб, являются оз. Але, Глубокое, Боровно, обычно они характеризуются значительными глубинами (до 25-30 метров). Широкое распространение в регионе имеют и подпрудные озера, возникшие вследствие подпруживания талых ледниковых вод моренными грядами и холмами (Шейно, Бологое, Серемо, Большой Иван, Малый Иван, Свибло, Неведро, Гороховое, Витрино, Диво, Букинское и др.), они имеют много общих черт с ледниковыми озерами, хоть их глубины существенно меньше. Размеры таких водоемов – от небольших, площадью 3—4 га, до крупных, несколько квадратных километров. Для них характерна сложная форма, береговая линия сильно изрезана, много островов. Встречаются и так называемые эвразийские озера, занимающие глубокие «ямы», образовавшиеся в результате эродирующего действия талой ледниковой воды, падавшей в полосе краевых ледниковых образований с большой высоты и как бы «вырывающей» эти ямы (Дорофеев и др., 1992). Среди них – Бросно, Долосец, Долгое. Многие крупные озера, такие как Селигер, Пирос, Удомля, Шлино, Щучье, Охват имеют сложное, смешанное происхождение. В образовании их котловин участвовали

разные процессы: ледник выпахивал глубокие борозды и, отлагая моренный материал, перегораживал понижения в рельефе; падающие водные потоки углубляли днище ледниковых котловин.

На периферии региона значительное распространение имеют остаточные озера, сохранившиеся на месте обширных приледниковых водоемов. Их котловины залегают на плоских и слабоволнистых моренных и озерно-ледниковых равнинах (Самро, Врево, Черемнецкое, Вялье, Стрегно, Сяберское, Меглино, Великое Полисто, Дубец). Котловины таких озер обычно заполнены мощной до 7-10 м толщей ила сапропелевого типа.

Многие озера региона соединены друг с другом узкими протоками, образуя озерно-речные системы, например озера в истоках рек Увери, Поломети, озера бассейна Луги, Свири, Ояти и др. Значительная часть крупных озер на юге и востоке региона к сегодняшнему дню превращена в озера-водохранилища.

Кроме озер, обязанных своим происхождением последнему оледенению, в регионе имеют широкое распространение пойменные, старичные озера, расположенные вдоль крупных и средних рек. Старичные озера занимают углубления прежнего русла реки, в период половодья они соединяются с рекой и пополняются водой. Некоторые озера-старички во время жаркого и сухого лета могут полностью пересыхать. Для плоских, пониженных частей региона характерно большое количество вторичных болотных водоемов (мочажин и озерков). Кроме того, на болотах довольно многочисленны небольшие озера «окна» - остатки еще недавно существовавших озер, на сегодняшний день окруженные со всех сторон болотами, то есть озера в той стадии заболачивания, когда середина водоема еще не завоевана растениями. По побережью Финского залива распространен ряд лагунных озер с солоноватой водой (например Горвалдайское озеро, образовавшееся за счет отделения от Финского залива узкой полосой песчаных дюн). К озерам южного берега Финского залива, непосредственно с ним соединяющимся, относятся озера Судацье, Хаболовское,

Бабинское, Глубокое и др.

В отличие от регионов кристаллического щита, рассматриваемый регион характеризуется наличием значительного количества озер карстового происхождения. Такие озера сконцентрированы в районах распространения легко карстующихся пород, на карбоновых плато, на месте провалов и пустот в известняках. Их много в центральной и восточной части региона, однако они встречаются и на западе, в частности по северному краю Силурийского плато (Копорское оз. и др.). Карстовые озера обычно характеризуются небольшими размерами, округлой формой и значительной глубиной. Примером карстовых озер могут служить оз. Святое, Большие Ветрицы, Малые Ветрицы, Баклановское и др. Особенностью карстовых озер является их периодическое исчезновение. Размывая карстующиеся породы, водные потоки нередко, соединившись между собой, образуют сложные подземные системы. Вода обычно уходит в такие системы через образованные на дне карстовые воронки. Чаще всего карстовые озера исчезают после засухи. Иногда они существуют долгое время, что обычно связано или с достаточным поступлением воды, или с засыпанием в результате обвала какого-нибудь из подземных русел, на время прекращающего сток из озера. Исчезновение озер на несколько лет может быть вызвано появлением новой ветви у подземной реки, куда и устремляются озерные воды. Обычно убыль воды в карстовых озерах региона начинается с середины лета. К концу декабря или началу января вода может полностью уйти, так что ледяной покров ложится на дно, мягко облекая его неровности. Типичным примером исчезающих карстовых озер может служить оз. Койгушское, расположенное в районе Мегорской гряды. Некоторые карстовые озера интенсивно зарастают и превращаются в болота.

Анализируя распределение озер региона с учетом его административного деления, необходимо отметить, что наибольшее число озер характерно для входящих в регион частей Архангельской и Ленинградской областей.

В пределах расположенной в рассматриваемом

регионе западной части *Архангельской области* дешифрируется более 8000 водоемов, из которых почти половина имеет площади, превышающие 1 га. Наряду с небольшими водоемами, здесь находятся и относительно крупные озера, в том числе – оз. Лача, Кожозеро, Кенозеро, Лекшмозеро (с площадями водного зеркала более 50 км<sup>2</sup>), расположенные по западным отрогам кряжа Ветренный Пояс, а также Ундозеро, Шардозеро, Нименьгское, Монастырское, Тельдозеро, Ковозеро, Вингозеро, Лузское, Белое, Кудьмозеро, Полтозеро (с площадями водного зеркала более 10 км<sup>2</sup>). Как правило, они образуют группы, привязанные к моренным нагромождениям. Конечно-моренные всхолмления, образовавшиеся в результате деятельности древнего ледника, характерны и для прибрежных областей Белого моря. Большое количество ледниковых озер сконцентрировано на Онежском полуострове, среди них наиболее крупные – Мяндозеро, Сол-озеро, Мураканское, Вежм-озеро (с площадями водного зеркала более 10 км<sup>2</sup>), а также на поверхности Беломорско-Кулойского плато.

После схода последнего (валдайского) ледника часть освободившейся ото льда поверхности оказалась прогнутой, и, в результате последовавшего за этим подъема уровня Мирового океана, огромные территории Архангельской области оказались ниже уровня моря. Белое море в этот период простиралось далеко к южным границам Архангельской области, вплоть до котловин Ладожского и Онежского озер. Только около 5 тыс. лет назад началось окончательное отступление моря на север.

На той части *Ленинградской области*, которая расположена в пределах Русской плиты, дешифрируется более 5000 водоемов, чуть более половины из которых превышают по площади зеркала 1 га. Наибольшая численность озер и несколько более высокие значения озерности характерны для восточных районов, однако крупных водоемов здесь мало. На востоке области часто выделяют озера в бассейне реки Чагодощи, реки Паши (Пашозеро, Шугозеро, Капшозеро) и реки Ояти (Гонгинское, Оренженское, Крестное, Шокошозеро, Савозеро, Ляшозеро), а также Свирские

озера. Из наиболее крупных озер с площадью зеркала, превышающей 10 км<sup>2</sup> – Вач-озеро, Пидьм-озеро, Савозеро и Загубская Губа, входящие в систему рек Свири и Ояти.

Западная часть Ленинградской области отличается меньшей озерностью, для нее характерно чередование районов распространения озер, в том числе с площадями от нескольких квадратных километров и более, и достаточно обширных заболоченных пространств фактически без озер. Чаще всего большинство озер концентрируется вдоль основных речных русел. В бассейне р. Луги, в бывшем краевом поясе Лужской стадии оледенения, расположены озера Самро, Вялье-Стречно, Врево, Черемецкое, Сяберское с площадью зеркала, превышающей 10 км<sup>2</sup>.

Кроме того, в пределах Ленинградской области расположена большая часть акватории Ладожского озера, информация о котором представлена в главе 2.4.

В **Псковской области** дешифрировано около 3800 водоемов, в том числе 2300 с площадями зеркала более 1 га. На северо-западе области находится и крупнейший Чудско-Псковский озерный комплекс, подробно описанный в главе 2.2.4. Его акватория разделена между Российской Федерацией и Эстонией. По территории области озера распределяются неравномерно, основное их количество сосредоточено в более возвышенной южной части, которую часто называют озерным краем, где распространение имеет зандровый и холмисто-моренный рельеф. Здесь же расположены и наиболее крупные озера области (не считая Чудско-Псковского озера), протянувшиеся полосой в широтном направлении. В пределах озерно-ледниковых равнин численность озер невелика.

К числу водоемов Псковской области с площадью зеркала более 50 км<sup>2</sup> относятся оз. Жижицкое и Двинье-Велинское, а свыше 10 км<sup>2</sup> – озера Полисто, Иван (Большой и Малый), Себежское, Невель (Невельское), Алё, Свибло (Свибле, Свибли), Нечерецы (Нечерица), Урицкое, Дубец.

В пределах расположенной в рассматриваемом

регионе западной части **Вологодской области** дешифрируется более 3500 водоемов, около половины из которых имеют площади зеркала, превышающие 1 га. Они занимают многочисленные понижения среди распространенных на западе области моренных холмов, камов и озов. Наиболее крупными озерными группами западной части области являются: Мегорская, Великоозерская, Айнозерская, Куштозерская, Кудомозерская, Шимозерская, Ковжская, Кемская, Иткольско-Волоцкая, Дружинно-Унжская, Андозерская, Лозско-Азатская, Сиверская, Бородаевская, Шольская, Верхне-Судская, Отненская, Колоденская, Искрицкая, Вожеозерская, Уфтьего-Верхне-Двиницкая, Верхне-Сухонская.

В пределах Вологодской области расположена часть Онежского озера, информация о котором будет представлена в главе 2.4. Среди озер с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup> – оз. Белое, Кубенское и Воже, более 50 км<sup>2</sup> – Ковжское озеро, более 10 км<sup>2</sup> – озера Мегрское, Андозеро, Азатское, Колоденское, Еломское, Лозское, Катромское, Кемское, Дружинное, Куштозеро, Ворбозомское, Перешное, Пяжозеро, Тудозеро, Новозеро, Токшинское, Талец, Вещ-озеро, Шольское, Великое, Шиченское.

В пределах расположенных в рассматриваемом регионе северо-западной и северной частей **Тверской области** дешифрируется около 3000 водоемов, из которых почти половина имеет площади, превышающие 1 га. Это район так называемого Валдайского поозерья, находившийся у границы максимального продвижения валдайского ледника. Самым крупным озером Тверской области является пограничное с Новгородской областью оз. Селигер (в области находится его большая часть). Среди других крупных озер с площадями зеркала более 10 км<sup>2</sup> – Волго, Вселуг, Стерж, Пено, вошедшие в состав Верхневолжского водохранилища, Кафтино (входит в Кемецкое водохранилище), Великое, Сиг, Пирос (входит в Ерезайское водохранилище), Верестово, Шлино (граничит с Новгородской областью, входит в Шлинское водохранилище), Серема, Мстино (входит в Мстинское водохранилище), Наволок, Сабро, Охват, Лучанское, Щучье, Удомля.

На территории *Новгородской области* дешифрируется более 2500 водоемов, в том числе около 1600 озер с площадью более 1 га. Наибольшая величина озерности характерна для восточной части области, где распространение имеет зандровый, холмисто-моренный рельеф, тогда как на западе озер значительно меньше, но здесь расположено самое крупное озеро — Ильмень. Кроме крупнейшего озера Ильмень (подробно рассмотрено в главе 2.4) и частично расположенных в области оз. Селигер и Шлино, наибольшими озерами Новгородской области с площадью зеркала, превышающей 10 км<sup>2</sup>, являются Велье, Меглино, Валдайское, Великое и Городно.

В северо-западной части *Смоленской области*, затронутой последним оледенением, находится около 2200 водоемов, более 500 из которых являются озерами с площадями зеркала более 1 га. Большинство озер лежат среди моренных холмов, ледниковых равнин и озовых гряд, это так называемое «Смоленское (Западно-Двинское) поозерье». Расположены они группами и в большинстве своем приурочены к краевым образованиям ледника. Почти все эти озера относятся к бассейну р. Западная Двина и имеют небольшие площади, самое крупное – оз. Акатовское имеет площадь около 6.5 км<sup>2</sup>. Поозерские озера принадлежат к нескольким обособленным группам: Микулинской, Пржевальской, Чеплинской, Пречистенской, Акатовской или Холмско-Преображенской и Смоленской.

В *Калининградской области* дешифрировано около 4000 водоемов, лишь около половины из которых имеют естественное происхождение, и лишь около 300 характеризуются площадью, превышающей 1 га. Почти все озера области относятся к категории малых. Самое крупное – оз. Виштынецкое (16.6 км<sup>2</sup>), расположенное на границе с Литвой.

В таблице 2.6 приведены основные морфометрические характеристики наиболее крупных озер региона с площадями от 20 до 100 км<sup>2</sup>. Большие озера, превышающие по площади зеркала 100 км<sup>2</sup>, подробно рассматриваются

в разделе 2.3.5. Крупнейшие – в главе 2.4.

### 2.3.3. Лимнологическая изученность

Первые работы на озерах региона были начаты еще в XVIII веке и были направлены на картографирование водоемов, прежде всего крупнейших озер. Уже в начале второй половины XVIII в. была составлена «Карта Ладожского озера и канала», на которой изображена береговая линия водоема и трасса судоходного Староладожского канала с указанием его профилей.

В 1762 г. адмиралом И.А.Нагаевым по поручению Государственной Адмиралтейской коллегии разрабатывается инструкция первой съемки и промера глубин Ладожского озера. Снаряженная с этой целью экспедиция работала на озере с 1763 по 1765 гг. Экспедиция выполнила промер глубин в средней части озера, а также исследовала его прибрежную зону около Шлиссельбурга. У остальных берегов были проведены лишь рекогносцировочные работы. Начальник экспедиции Д. Селенянинов с подчиненными ему флотскими лейтенантами составили рукописную карту, которая не была напечатана. Позднее на остальных прибрежных участках проводили исследования гидрографы М.П. Фондезин и С.И. Мордвинов. Первая карта Ладожского озера, созданная по результатам всех промеров, была издана уже в 1812 г.

На вторую половину XVIII в. приходится и первые научные исследования региона. В этой связи, необходимо отметить серию статей академика Н.Я. Озерецковского, датируемых 1786 г. и вышедших в виде книги «Путешествия академика Н. Озерецковского по озерам Ладожскому и Онежскому» в 1792 году. Книга предоставила достоверные сведения о географических особенностях Ладожского озера, основанные на результатах лодочной экспедиции 1785 года вдоль берегов Ладоги, во время которой было составлено их подробное описание.

**Таблица 2.6.** Озера региона с площадью от 20 до 100 км<sup>2</sup>

Озера	Область	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м
Кожозеро	Архангельская	97.4	24	5.5
Кенозеро	Архангельская	68.6	90	26
Ковжское	Вологодская	65	16	5.9
Волго	Тверская	61	9	3
Жижицкое	Псковская	57.3	7.8	3.2
Лекшмозеро	Архангельская	53.5	29	8
Двинь-Велинское	Псковская	52.6	7	2
Ундозеро	Архангельская	44.7		3.5
Андозеро	Вологодская	44.4	6	2.6
Мегорское	Вологодская	40.5	3.1	1.6
Самро	Ленинградская	40.4	5.0	2.0
Вялье-Стречно	Ленинградская	35.8	9	3
Вельё	Новгородская	35	42	10
Вселуг	Тверская	37	16	7.7
Шлино	Тверская, Новгородская	34	4.3	2
Кафтино	Тверская	32	39	14
Великое	Тверская	32	3.5	2.7
Пирос	Тверская, Новгородская	31.2	11.5	5.5
Мяндозеро	Архангельская	30.6		
Полисто	Псковская	30.6	2.4	1.6
Сиг	Тверская	27.3	9.5	6
Нименьгское	Архангельская	24.8		
Меглино	Новгородская	24.2	23	7.5
Верестово	Тверская	23	3.5	1.2
Тельдозеро	Архангельская	21.4	40	
Монастырское	Архангельская	21		



Более подробное изучение крупных озер начинается уже во второй половине XIX в. В 1858 г. на Ладожском озере гидрографический департамент морского министерства организовал экспедицию, возглавлявшуюся штабс-капитаном Корпуса флотских штурманов А.П.Андреевым. Экспедиция работала в течение 10 лет - до 1867 года, а затем после пятилетнего перерыва завершила свои исследования в 1873 году. Ей поручалось произвести астрономические определения ряда пунктов, расположенных по берегам, сделать промеры глубин и провести съемку береговой линии материка и островов, исследовать грунты, составить по новейшим данным карту озера с обозначением на ней мелей, банок, рифов и бухт, дать подробное описание всего водоема и руководство для плавания по нему. Наряду с гидрографическими работами, в ходе экспедиции производилось определение температуры, прозрачности и цветности вод озера. Для систематического наблюдения над колебанием уровня воды был организован первый на Ладоге постоянный водомерный пост. Руководитель экспедиции А.П.Андреев, собравший за десятилетие огромный материал, написал книгу «Ладожское озеро» (1875). В ней были даны описания особенностей температурного режима воды, характера замерзания и вскрытия льда, течений и волнения озера, охарактеризованы геологическое строение бассейна, флора и фауна озера, побережий и островов. Специальные главы книги были посвящены метеорологическим условиям в районе озера. Были проанализированы условия судоходства и конструкции судов. Книга «Ладожское озеро» долгое время являлась единственным всесторонним описанием водоема.

Продолжение разносторонних научных исследований на Ладожском озере относится к концу XIX – началу XX века. В этой связи особое место принадлежит двум экспедиционным работам, проводимым под руководством Ю.М. Шокальского в период с 1897 по 1899 и с 1901 по 1903 гг. В ходе экспедиции Шокальского были определены глубины и площадь озера, производились отборы проб воды и

грунта для химических анализов, изучался термический режим озера. Важную роль в изучении водоема сыграла и финская экспедиция профессора Хомена (1890 - 1903 гг.).

Наряду с изучением Ладожского озера значительное внимание во второй половине XIX в. уделялось и другим крупнейшим водоемам региона, прежде всего, крупнейшему озеру Псковской губернии - Псковско-Чудскому, а также оз. Ильмень. Уже во второй половине XIX века на ряде озер встал вопрос о падении уловов, в результате чего возникла необходимость объяснить и по возможности предотвратить этот негативный процесс.

В 1851-1852 гг. Псковско-Чудское озеро было исследовано академиком К.М. Бэр, возглавившим комиссию по изучению причин постепенного уменьшения в нем рыбных уловов. Под руководством Бэра были составлены правила рыболовства на озере, направленные на поддержание стабильности рыбного населения (Материалы для истории рыболовства..., 1854). Наряду с материалами по рыболовству, в своей работе Бэр приводит также сведения о берегах, глубинах и грунтах водоема. В дальнейшем, в 1861-1862 гг. геологическое исследование побережья Псковско-Чудского озера проводил академик Г.П. Гельмерсен, одновременно собравший материалы о его режиме, глубинах и течениях. Большую работу по изучению гидрологии и гидрохимии Псковско-Чудского водоема в 1895 году проделали И.Е. Шпиндлер и А. Зенгбуш. Промеры, выполненные Шпиндлером, использовались позже для составления карты глубин.

В 1860-1870 гг. Н.Я. Данилевским проводятся исследования оз. Ильмень, направленные на выработку правил регулирования рыболовства. По рекомендациям Н.Я. Данилевского были полностью запрещены забойки и запоры на озерах и разливах приильменской поймы и невода с мелкой ячеей. В результате этих мер в промысле через 30 лет был достигнут оптимальный количественный и качественный состав ихтиофауны с общим выловом 2.5-3.5 тыс. тонн.

Определенный интерес в этот период

вызывало и изучение малых водоемов региона, внимание, прежде всего, привлекли к себе озера, используемые для рыболовства. Изначально изучение малых водоемов ограничивалось замерами глубин, описанием берегов, определением температур воды и ее прозрачности, а также изучением рыбного населения и его поведения. Среди первых исследованных озер Петербургской губернии были оз. Врево, Черемнецкое, ряд водоемов, расположенных в районе р. Луга. Вслед за ними объектом изучения стали озера на востоке губернии, большая заслуга в их изучении принадлежала петербургскому ученому А. Колмогорову. В 1894 году Д.Н. Анучин исследовал водоемы, расположенные в верховьях Волги и Западной Двины. Он изучал строение и происхождение озерных котловин, гидрологический режим озер Жижицкое, Двинье и Велинское. В 1904 году вышла работа В. Лесневского «Озера Витебской губернии Невельского уезда», в которой содержится большой фактический материал по строению озерных котловин озер Невельское, Большой и Малый Иван и других.

Со временем исследованию озер стали придавать все большее значение, уже в первом десятилетии XX в. выходит в свет первая отечественная «Инструкция для исследования озер» (1908), в составлении которой участвовали выдающиеся ученые России Ю.М. Шокальский и В.А. Обручев.

В 1907-1908 гг. были начаты первые кадастровые работы по озерам региона. С целью определения доходности озер статотдел Псковской губернии составил первый кадастр водоемов Псковской губернии, в котором было учтено 1650 озер. Результаты работы были обобщены в книге Д.А. Шкапского «Озера Псковской губернии» (1912), явившейся первой полной сводкой данных об озерах. Книга содержит ценные материалы по морфологии, морфометрии и ихтиофауне озер.

В 1912 году под руководством И.Д. Кузнецова организуется промысловая научная экспедиция по изучению метеорологического и гидрологического режима, ихтиофауны и экономики Псковско-Чудского водоема. В это же время начинается активное изучение озер Новгород-

ской губернии, сконцентрированное на вопросах искусственного рыбоводства и улучшения промысла.

В 1914-1918 гг. Витебская озерная экспедиция исследовала озера Себежского и Невельского районов - Невельское, Ущо, Большой и Малый Иван и др. Программой предусматривалось физико-географическое, биологическое и промысловое изучение наиболее типичных водоемов. В эти же годы А.П. Керман исследовал и построил карты по озерам Алё, Язно, и Шедино.

Огромный интерес, возникший в первой четверти XX века к вопросам рыбного хозяйства, а также к всестороннему изучению водных объектов, завершается созданием в Петербурге двух научных учреждений. В 1914 г. с целью всестороннего изучения рыбного населения внутренних водоемов открывается первое рыбохозяйственное учреждение России Лаборатория специалистов рыбного дела при Департаменте земледелия, преобразованная в дальнейшем в институт озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ). В 1915-1917 годы, по инициативе академика В.И. Вернадского была образована Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), имевшая в своем составе Гидрологический отдел. На базе этого отдела уже в 1919 г. учреждается Государственный Гидрологический институт.

Большое внимание изучению озер стало уделяться и при Советской власти. В 1920-е годы в связи со строительством Волховской ГЭС, П.Ф. Домрачевым проводились рыбохозяйственные исследования на оз. Ильмень и р. Волхов. В 1930-е годы были организованы новые гидрометрические работы на Ладожском озере, по результатам которых были составлены карты и планы масштабов 1:100 000 и 1:25 000, а на отдельные бухты – масштаба 1:10 000. К раннему периоду изучения озер относятся экспедиция Гидрологического института под руководством И.В. Молчанова, а также разносторонние гидробиологические и рыбохозяйственные исследования Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного

хозяйства и некоторые другие.

С 1930-х годов начинаются планомерные исследования малых и средних водоемов Вологодской области, прежде всего водоемов, расположенных на западе области. В 1932 году силами ВНИОРХ (впоследствии – ГосНИОРХ) была проведена экспедиция по рыбохозяйственному изучению малых озер, в результате которой было обследовано около 350 водоемов. В 1933 году в Псковской области начато изучение сапропелей, с этой целью были организованы Ленинградская и Западная сапропелевые экспедиции по изучению донных отложений группы озер Плюсского, Себежского и Пустошкинского районов. Экспедициями были собраны материалы о мощности и физико-химических свойствах донных отложений озер исследуемых районов. В 1934 году под руководством А.А. Соколова была организована комплексная экспедиция Государственного гидрологического института на Псковско-Чудское озеро. С 1935 года на Псковско-Чудском озере начинают также работать экспедиции ВНИОРХа. Большой материал, собранный по озеру, был впоследствии обобщен А.А. Соколовым в монографии «Чудско-Псковское озеро» (1941). В 1934-1935 гг. под руководством П.А. Дрягина была организована комплексная экспедиция ВНИОРХа на озера Пустошкинского района (Язно, Усвеча, Яское, Верято, Свибло, Неведро). В 1936 г. на основании научно-исследовательских работ ВНИОРХ под руководством П.А. Дрягина были предприняты срочные меры по регулированию рыболовства на оз. Ильмень. Кроме того, были возобновлены работы по инвентаризации водоемов: оценивались размеры водных ресурсов, составлялись озерные кадастры.

В военный период как никогда было осознано огромное значение Ладожского озера для обеспечения жизнедеятельности г. Ленинграда. Организованная по Ладожскому озеру доставка грузов позволила выжить осажденному городу. В результате уже в 1944 г. по инициативе выдающегося ученого-лимнолога Г.Ю. Верещагина создается Лаборатория Озероведения в составе Отделения Геолого-географических наук АН СССР. Создание данной

лаборатории явилось важнейшим событием, отразившемся в дальнейшем на изучении озер северо-запада СССР.

В послевоенный период активное изучение озер региона во многом обуславливается решением продовольственной проблемы, водоемы, прежде всего, изучаются с целью развития рыбного промысла. С этой целью на базе головного института ГОСНИОРХ создается ряд региональных отделений, первыми из которых явились Великолукское и Новгородское отделения, организованные в марте 1948 года. С первых лет существования Великолукского отделения его сотрудники проводили систематическое исследование малых озер южных районов Псковской области. Комплексными исследованиями было охвачено 57 озер. Кроме того, была продолжена работа по составлению кадастра озер, было учтено 1255 озер, для 869 из которых были заполнены кадастровые анкеты, где для каждого озера определен профиль рыбоводной эксплуатации. Деятельность Новгородского отделения была направлена на продолжение изучения оз. Ильмень и на исследования малых озер, что позволило уже за первые два года провести паспортизацию более 600 водоемов региона с площадями зеркала более 20 га.

Великолукское отделение ГОСНИОРХ первоначально располагалось в городе Торопец, с 1951 года — в городе Великие Луки. После административной реформы (ликвидации Великолукской области) и реорганизации ВНИОРХ, в 1958 году Великолукское отделение было переименовано в Псковское отделение ГосНИОРХ. В 1959 году при отделении была создана Алольская экспериментальная база, задачей которой являлась разработка и проверка различных методов рыбоводной эксплуатации. За базой было закреплено около 20 озер общей площадью 1495 га. Наряду с сотрудниками ГосНИОРХ исследования псковских озер проводились также сотрудниками Псковского пединститута.

В 1952 г. на базе Государственного Гидрологического института открывается Валдайская научно-исследовательская гидрологическая лаборатория (ВНИГЛ). Наряду с гидрологи-

ческими исследованиями на базе организуются систематические наблюдения за температурным режимом Валдайского озера, а также исследования его водного стока и химического состава воды.

В 1958 г. на базе ГОСНИОРХа создается еще одно подразделение – Осташковское, первым директором которого стал к.т.н. М.П.Смотряев. Сотрудники отделения развернули масштабные рыбохозяйственные исследования на крупнейшем водоеме, принадлежащем их ведомству – оз. Селигер. Исследования носили комплексный характер. Изучались физико-гидрологические и гидробиологические особенности озера, кормовая база, промыслово-биологическое состояние запасов рыб. Результаты научных исследований на Селигере были опубликованы в сборнике трудов Осташковского отделения ГосНИОРХ «Озеро Селигер и его рыбные ресурсы» (1963). С 1965 года Отделение возглавила Е.А.Никанорова. В 1968 г. Осташковское отделение было переведено в г. Конаково Тверской (Калининской) области и переименовано в Верхне-Волжское отделение. Основной целью научных исследований в этот период стало изучение влияния сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС на биологический режим и рыбные ресурсы Иваньковского водохранилища. Эти исследования были положены в основу правил охраны поверхностных вод от загрязнения в отношении температур, ряд рекомендаций получил практическое применение.

Исследования Ладожского озера после окончания Великой Отечественной войны продолжила Балтийская гидрографическая экспедиция. С 1951 по 1956 гг. проводилась подробная систематическая опись озера, по материалам которой были составлены новые карты и планы. С 1956 г. проведение всесторонних лимнологических исследований на озере (гидрологических, гидрохимических и гидробиологических) начала Лаборатория озероведения. Сотрудники Лаборатории внесли значительный вклад в познание этого огромного водоема. Обширные комплексные исследования озерных процессов Ладоги были предприняты в 1956 -1963 гг. По их результатам в 1961-1968 гг. коллективом Ладожской

экспедиции под научным руководством академика С.В. Калесника было издано восемь монографий (Гидрологический..., 1966, Гидрохимия... 1967, Растительные ресурсы..., 1968, Тепловой режим, 1968, Биологические ресурсы..., 1968 и др.), за публикацию которых коллектив был награжден медалью Русского географического общества.

В 1960-е годы продолжается кадастровое обследование озер северной части Псковской области, проводимое кафедрой зоологии Псковского педагогического института под руководством М.М. Мешкова. Сотрудниками кафедры были составлены кадастровые анкеты на 663 озера. С целью научного обоснования рационального ведения рыбного хозяйства были проведены комплексные исследования озер Судомской возвышенности, Соротьской низины, озерной системы р. Желчи и др. В 1963 году к изучению озер области присоединилась кафедра географии Псковского педагогического института. Внимание кафедры привлекают вопросы генезиса и эволюции озер. С начала 1960-х годов начинаются систематические гидробиологические наблюдения на Псковско-Чудском озере. В изучении озера наряду с сотрудниками местного отделения ГОСНИОРХ активное участие принимают специалисты Института Зоологии и Ботаники АН СССР (Тарту) и Псковского Педагогического института.

В 1962-1964 гг. сотрудники Лаборатории озероведения АН СССР разворачивают масштабные работы на озерах Валдайской возвышенности. В рамках проводимых работ были подробно изучены 9 озер, сформировавшихся в краевой зоне валдайского ледника. В этот же период сотрудники ГосНИОРХ с целью разработки методов повышения биопродуктивности детально исследуют оз. Нерцкое, также расположенное на Валдайской возвышенности. В сентябре 1968 г. базой для экспериментальных исследований ГосНИОРХ по разработке основных принципов регулирования рыболовства на внутренних водоемах становится оз. Ильмень.

К концу 1960-х годов существенно увеличи-

вается интерес к водоемам Вологодской области, связанный как с их возросшей ролью в рыбном хозяйстве региона, так и с усилившимся хозяйственным значением. С 1969 г. экспедициями Вологодского государственного педагогического института (ВГПИ) разворачивается комплексное изучение малых и средних озер Вологодской области. Экспедиционные исследования включали комплексное изучение 275 водоемов, расположенных в разных ландшафтах. С 1969 г. к исследованиям вологодских озер подключаются сотрудники ГосНИОРХ, начавшие изучение озер Лозско-Азатской озерной группы Белозерского ландшафта. С 1970 г. наблюдения за разными группами водных организмов озер Северо-Двинской водной системы в пределах Белозерского ландшафта проводятся сотрудниками Института биологии внутренних вод РАН (ИБВВ).

В 1971 г. происходит знаменательное событие в советской лимнологической науке, и Лаборатория озераведения преобразуется в Институт озераведения АН СССР. С этого момента Институту озераведения РАН принадлежит главенствующая роль в проведении регулярных комплексных исследований экологического состояния крупнейшего европейского водоема - Ладожского озера и целого ряда других водоемов северо-запада России. На 1970-е годы приходится период всестороннего изучения процессов антропогенного эвтрофирования, затронувшего целый ряд крупнейших водоемов страны. Во главе изучения данных процессов и встает вновь созданный Институт Озераведения. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера в 1970-е годы начинает приобретать очень серьезный характер, возникает необходимость не только детально изучить механизмы данного процесса, но и разработать способы его предотвращения. С этой целью сотрудниками Института озераведения проводится ряд комплексных экспедиций на озеро. Первый этап исследований по эвтрофированию Ладожского озера завершается изданием монографии «Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера» (1982). Особое внимание в монографии уделяется описанию основных проявлений процесса

антропогенного эвтрофирования и установлению причин его возникновения. Кроме того, была выпущена и обобщающая монография по эвтрофированию озер северо-запада «Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР, ч 1 и 2» (1981).

В 1970-х годах комплексная экспедиция Института озераведения РАН начинает свою работу и на крупных озерах Вологодской области - Белом, Кубинском и Воже, а также на озере Лача Архангельской области. Возросший интерес к указанным озерам был связан в этот период с разработкой плана по переброске стока северных рек на юг. По итогам работ на озерах вышло несколько монографий «Гидробиология озер Воже и Лача» (1978); «Гидрология озер Воже и Лача: в связи с переброской северных вод в бассейн р. Волги» (1979); «Озеро Кубенское» Ч. 1-3 (1977). Наряду с сотрудниками Института озераведения в комплексном изучении указанных водоемов также принимали участие сотрудники Института биологии внутренних вод РАН и Вологодского отделения ГосНИОРХ, открывшегося в 1973 году. Основной целью организации Вологодской лаборатории ГОСНИОРХ явилось обеспечение комплексных исследований рыбохозяйственных водоемов области. Наиболее важным и традиционным направлением деятельности лаборатории на протяжении всех последующих лет стали комплексные гидробиологические и ихтиологические исследования основных рыбохозяйственных водоемов Вологодской области - озер Белого, Кубенского, Воже и Шекснинского водохранилища, изучение видового состава, численности и биомассы гидробионтов (фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, рыб) и их популяционных показателей. Результатом работы лаборатории и других учреждений на озерах области в 1960-70-е гг. стала монография «Озерные ресурсы Вологодской области» (1981).

С 1975 г. Новгородским отделом ГОСНИОРХ начинается новый этап исследований оз. Ильмень, связанный с изучением влияния нового режима рыболовства на состояние рыбных запасов. Под руководством известного ученого д.б.н. Ю.Т. Сечина была разработана

методика определения абсолютной численности рыб на оз. Ильмень при помощи траловой съемки. На основании полученных научных данных определялись лимиты вылова для наиболее ценных видов рыб.

В 1980-90-е годы Институт озераведения РАН продолжает всестороннее изучение процессов, происходящих на Ладожском озере, осуществляется его регулярный мониторинг, анализируются изменения химических и биологических параметров. На озере проводятся наиболее подробные экспедиционные исследования. В результате исследований формулируется ряд теоретических концепций, необходимых для понимания и прогнозирования тенденций развития водоема. Оценивается принципиальное отличие антропогенного эвтрофирования больших глубоких озер от естественной их эволюции. Важным итогом проводимых в этот период исследований стало сопоставление масштабов изменений в экосистеме под влиянием хозяйственной деятельности на водосборе с пределами естественной изменчивости и выбор оптимального количества параметров - экологических критериев, на которые можно опираться при анализе, моделировании и прогнозе состояния озера. Начинаются исследования роли гуминовых комплексов озерного органического вещества в процессе накопления, консервации и возвращения в озерный круговорот фосфора, позволившие понять механизм трансформации озерной экосистемы в условиях длительного антропогенного воздействия.

Результаты данного этапа работ по Ладожскому озеру отражены в коллективных монографиях, выпущенных сотрудниками ИНОЗ РАН «Современное состояние экосистемы Ладожского озера» (1987); «Ладожское озеро. Критерии состояния экосистемы» (1992); «Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера» (1993), «Ладожское озеро» (2000). Кроме того, в результате проведенных исследований Институтом озераведения РАН в 1982 г. было принято постановление Совета Министров СССР №1212 «Об охране Ладожского озера и озер его водосборного бассейна - Онежского и Ильменя». В соответ-

ствии с этим постановлением была приостановлена работа Приозерского ЦБК и произведена реорганизация технологии ВАЗ'а.

В этот же период сотрудниками Института озераведения продолжается всестороннее изучение малых водоемов региона, расположенных в различных ландшафтах. А сотрудники ГосНИОРХ проводят исследования по оценке кормовой базы озер и прудов региона, повышению их продуктивности, выращиванию посадочного материала. Изучается любительское рыболовство и его влияние на рыбные запасы. Большое внимание уделяется оценке влияния на водные экосистемы хозяйственной деятельности, такой, как добыча песка, дноуглубительные работы, строительство мостов и т.д. В рамках тепловодной тематики Осташковским Отделением в 1980-е годы выполняется ряд работ по водоемам-охладителям Шатурской ГРЭС, Смоленской и Калининской АЭС, в которых определяются перспективы их рыбохозяйственного использования.

Активные работы ведутся на Чудско-Псковском озере, которое за 1980-90 е гг. переходит в следующую трофическую категорию, что привлекает к нему повышенное внимание не только сотрудников местных организаций, но и специалистов из Санкт-Петербурга, Эстонии, а также сотрудников ряда международных организаций. Так, в конце 1990-х годов имел место Шведско-Эстонско-Российский проект по мониторингу Чудского озера. С начала 1990-х гг., в связи с образованием в Балтийском регионе независимых государств и превращением Чудско-Псковского озерного комплекса в трансграничный водоем, возникли временные сложности в согласовании работ по мониторингу и обмену информацией между Россией и Эстонией. Однако к началу 2000-х гг. наметился существенный прогресс в объединении усилий по совместному изучению озера.

В 2000-е годы на новый этап выходит комплексное изучение процессов, происходящих на крупнейших водоемах региона, прежде всего на Ладожском, Чудско-Псковском

озерах и оз. Ильмень. Планирование экспедиционных работ на Ладожском озере происходит с учетом космической информации в различных спектральных диапазонах. Для анализа синоптических измерений ледовой и термической ситуации в озере используется спутниковая инфракрасная информация. Проводятся совместные исследования с отечественными и зарубежными коллегами. В сотрудничестве с Экономико-математическим институтом РАН создается математическая модель экосистемы Ладожского озера.

Происходит законодательное урегулирование правил использования водных ресурсов водосборного бассейна Чудско-Псковского озера. В настоящее время водопользование в регионе регулируется рядом международных конвенций, среди которых наиболее значимым является соглашение между правительствами России и Эстонии по сотрудничеству в области охраны и рационального использования трансграничных вод. В изучении Чудско-Псковского озера с Российской стороны принимают участия сотрудники ГосНИОРХ, Псковского Государственного Педагогического Института, Управления Природных Ресурсов и Охраны Окружающей Среды МПР России по Псковской области, Института озероведения РАН, Балтийского фонда природы Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, Ботанического института Российской Академии Наук, с эстонской стороны – сотрудники Института Зоологии и Ботаники, Тартуского Центра Экологических Исследований и др. Активные совместные работы происходят и на оз. Ильмень.

Продолжается исследование малых и средних озер региона, расположенных в различных ландшафтах. Разрабатываются рекомендации по восстановлению экосистем малых озер при различных видах антропогенного воздействия. Наряду с исследованиями состояния рыбных запасов больших и малых водоемов региона и их продукционных возможностей, производится оценка ущербов рыбным запасам, проводятся экосистемные и ресурсные исследования с целью снижения антропогенного воздействия.

По результатам многоплановых работ на водоемах региона выходит множество статей, сборников и монографий. Наиболее объемными работами за 2000-е годы явились «Водные объекты мегаполисов: критерии экологического состояния и концепция рационального управления» (Кондратьев и др., 2001); «Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее» (2002); «Ладожское озеро. Атлас» (2002); «Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер» (2002); «Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России» (2002); «Влияние климатических изменений и эвтрофирования на динамику планктонных популяций мезотрофного озера» (Трифонова и др., 2003); «Состояние биоценозов озерно-речной системы» (Трифонова и др., 2004); «Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий» (2005); «Атлас Вологодской области» (2007); «Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования» (Кондратьев, 2007); «Теория и практика восстановления внутренних водоемов» (2007); «Многолетние изменения биологических сообществ мезотрофного озера в условиях климатических флуктуаций и эвтрофирования» (2008); «Фонд водоемов Псковской области» (2008); «Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна» (Генкал, Трифонова, 2009); «Метод оценки выноса биогенных веществ с водосборов и биогенной нагрузки на водные объекты Северо-западного региона» (Кондратьев и др., 2011); «Гидрологический режим и заиление малых разнотипных водоемов Северо-Запада» (Прыткова, 2011); «Литоральная зона Ладожского озера» (2011); «Определительные ключи остракод внутренних водоемов Европейской части России» (Курашов, 2012); «Великие озера мира» (Румянцев и др., 2012); «Ладога» (2013) и др. Кроме того регулярно выпускаются труды (известия) ГосНИОРХ.

Над проблемами изучения озер региона в разные годы трудились коллективы Института озероведения РАН; Гидрологического института со старейшим в стране озерным отделом; Института озерного и речного рыбного хозяй-

ства и его отделений в Пскове, Новгороде, Конаково и Вологде; Зоологического института РАН; Северного отделения ФГУП «ПИНРО»; Всесоюзного Государственного Педагогического Университета, кафедры ряда высших учебных заведений, а также - Института проблем экологии и эволюции РАН (г. Москва), Института общей генетики РАН (г. Москва), Петрозаводского Государственного Университета (г. Петрозаводск), Института биологии КарНЦ РАН (г. Петрозаводск), Кольского НЦ РАН (г. Апатиты), Института биологии внутренних вод РАН (п. Борок, Ярославской обл.) и др. Исследования ведутся на высоком научном уровне и с использованием новейшей аппаратуры.

#### **2.3.4. Особенности функционирования озерных экосистем региона**

Как следует из предыдущего раздела, значительная часть лимнологических исследований региона, прежде всего изучение малых и средних озер, проводилась обычно на уровне субъекта федерации (в данном случае – области). Совместные исследования силами разных институтов, в том числе центральных, чаще всего затрагивали лишь наиболее крупные озера и имели место при решении особо важных проблем. Соответственно и любые территориальные лимнологические обобщения тоже не выходили за пределы областного уровня. В связи с тем, что рассматриваемый регион включает большое количество областей, а возможности разных региональных институтов (отделений) существенно различаются, степень изученности озер крайне неоднородна. Кроме того, часто различаются и направления деятельности исследующих водоемы организаций, то есть какие-то вопросы могут быть достаточно подробно исследованы в одной (нескольких) областях, но в принципе не подниматься в соседних. Все это очень осложняет обобщение лимнологической информации по региону в целом. Тем не менее, собранные за длительный период исследований данные по озерам все же дают возможность представить их общую характеристику и попытаться представить обобщение

лимнологической информации по региону в целом.

Весь рассматриваемый регион расположен в пределах умеренной зоны, что обуславливает определенное сходство термического режима находящихся здесь озер. Для всех озер характерен довольно длительный период ледостава, изменяющийся по территории от 180-190 суток на северо-востоке (среднепогодная продолжительность) до 120-140 на юго-западе. На некоторых водоемах сплошной ледяной покров образуется не ежегодно (озера Виштвенцевой возвышенности). В северных водоемах низкие температуры воды держатся в течение 9-10 месяцев, и поверхностные озерные воды, как правило, не прогреваются летом выше 13-18°C. В южных озерах низкие температуры сохраняются 6-7 месяцев, летом поверхностные воды в наиболее глубоководных водоемахгреваются до 18-20°C, в мелководных – до 24-26°C. Температурный режим наряду с расположением озер в значительной степени определяется глубиной водоема и его подверженностью ветровой деятельности. Большинство глубоких и средних озер характеризуется формированием прямой стратификации в течение лета, обратной в течение зимы и двумя периодами гомотермии (весенним и осенним). Однако формирование четкого термоклина и значительные расхождения между поверхностной и придонной температурами наблюдаются лишь у немногих, наиболее глубоких озер. На мелководье вода обычно перемешивается почти полностью. Хорошее перемешивание характерно и для достаточно глубоких озер, плохо защищенных от действия преобладающих ветров.

По гидрологическому режиму основная часть озер региона в силу их проточности и взаимосвязанности характеризуется небольшими изменениями уровня воды. Значительные изменения уровня наблюдаются на большинстве карстовых озер и на непроточных озерах, крайне чувствительных к паводкам. Также ярким исключением является озеро Ильмень, уровень которого может колебаться в пределах 7 метров.

Необходимо отметить, что в отличие от озер



Балтийского кристаллического щита, большинство озер рассматриваемого региона характеризуется значительно более высокой минерализацией, связанной с более высокой степенью вымывания минералов из подстилающих пород данной территории. Средние значения минерализации для большинства озер находятся в пределах 40-100-200 мг/л, соответственно озера региона относятся как к категории низко-, так и среднеминерализованных. На востоке региона, а также в ряде районов Валдайской возвышенности минерализация большинства озер составляет 20-80 мг/л, и озерная вода квалифицируется как низкоминерализованная. В некоторых болотных озерах она не превышает 10-15 мг/л. В то же время, для многих озер юго-западной части региона, а также регионов распространения легко выщелачиваемых пород характерны повышенные значения минерализации. В отдельных случаях, прежде всего в районах широкого распространения карбонатных пород, минерализация повышается до 300-400 и более мг/л. Повышенная минерализация наблюдается и у озер Бежаницкой возвышенности, а также у некоторых озер Архангельской области. Кроме того, повышенные значения минерализации характерны для водоемов, в питании которых велико участие минерализованных грунтовых вод. Озера, непосредственно связанные с морем, или водоемы, находящиеся в специфических литологических условиях, имеют минерализацию более 1 г/л, например, некоторые озера Архангельской области, расположенные в районе выхода гипсовых пород, а также прибрежные озера Прибалтийского региона.

Для северной и, прежде всего для восточной части региона характерны повышенные содержания в поверхностных водах железа, а также меди и цинка. Повышенное содержание железа наблюдается также и в большей части озерных вод западной и юго-западной части региона.

По величине рН озера региона весьма разнообразны, от кислых - слабо-кислых до нейтральных - слабо-щелочных, в редких случаях встречаются и щелочные. Пониженные значения рН приурочены к наиболее заболоченным регионам, повышенные величины часто

связаны с выходами карстующихся пород.

Поскольку большая часть региона характеризуется высокой степенью заболоченности, для многих озер, особенно на его севере и востоке, характерно значительное содержание органического вещества гумусовой природы. В целом, содержание органического вещества варьирует по территории в широком диапазоне от очень низких значений до очень высоких.

Для рассматриваемого региона, где широко развиты осадочные породы, характерно значительно более высокое, по сравнению с обоими регионами Балтийского щита, содержание фосфора и азота в озерной воде. Большинство озер региона в естественных условиях (без участия антропогенной нагрузки) являются мезотрофными, некоторые – эвтрофными. Местонахождение эвтрофных озер чаще всего связано с культурным ландшафтом, однако среди них много и водоемов, трофность которых обусловлена очень малыми глубинами котловин или другими причинами естественного характера. Олиготрофные воды характерны для наиболее глубоких озер региона, а также ряда северных озер, расположенных в пределах Архангельской области. Глубокие озера обычно более холодноводны даже на юге региона, развитие фито- и зоопланктона в них замедленно. Озера со средними и, тем более, малыми глубинами прогреваются намного лучше, что создает благоприятные условия для жизни водных организмов.

Котловины многих глубоководных и среднеглубоководных озер характеризуются значительным накоплением минеральных и органических осадков, перекрывающих мелкие неровности дна. Берега их более пологие, глубины нарастают постепенно, формируются отмели. В прибрежной части хорошо выражены зоны развития высшей водной растительности. Котловины большинства мелководных озер сильно заполнены осадочной толщей. Дно и берега плоские, обычно заболоченные. Водная растительность часто занимает значительную часть акватории.

Наиболее характерными для региона макрофитами, встречающимися в большинстве озер, среди воздушно-водных растений являются

тростник обыкновенный, камыш озерный, хвощи. Из плавающих – кубышка желтая, кувшинки, рдесты, горец земноводный, ежеголовник, из погруженных – рдесты, уруть, элодея. Во многих водоемах активное развитие имеют харовые, периодически - нитчатые водоросли. Для большинства озер региона характерно значительно более высокая степень зарастания, чем для озер Балтийского шита. На средних озерах южной части региона высшая растительность может занимать от 20 до 40 и более процентов площади водного зеркала, на малых - показатели еще выше. Даже на крупных озерах макрофиты иногда покрывают до половины площади озера.

Фитопланктон, встречающийся в озерах региона, типичен для флоры Европейского северо-запада. Структура сообщества зоопланктона характеризуется наличием как холодно-водного малокомпонентного, так и бореально-лимнического многокомпонентного комплексов, причем последний, составленный эвритермными и умеренно-тепловодными видами, встречается наиболее часто. Среди донных беспозвоночных наиболее распространены личинки комаров-звонцов (хиرونмиды), малощетинковые черви (олигохеты) и моллюски.

Рыбное население, обитающее в озерах региона, характеризуется богатством состава, однако качественно (по встречаемости ценных видов) оно уступает карельскому. Лишь на севере рассматриваемого региона в составе ихтиофауны доминируют представители арктического пресноводного комплекса, тогда как на большей его части преобладают более теплолюбивые виды. Наиболее интересна и разнообразна фауна крупнейших водоемов, а также озер, образующих с ними единые озеро-речные системы. Среди малых и средних озер видовое богатство более характерно для глубоких водоемов и водоемов с повышенной минерализацией, тогда как слабоминерализованные и кислые озера являются самыми бедными по составу ихтиофауны.

Рыбное сообщество малых и средних озер чаще всего представляют: плотва, окунь, ёрш, щука, лещ, налим, язь, синец, карась, снеток, линь, красноперка, судак, густера, укля,

жерех. Лишь в немногих средних и малых озерах, расположенных на северо-востоке региона, обитают представители семейства лососевых. Обычно они представлены ряпушкой и сигом, крайне редко – лососем, форелью и палией. Наряду с местными видами во многих водоемах региона встречаются и акклиматизированные. Причем в пределах региона часто проводится акклиматизация видов, широко распространенных в других его частях. Например, на востоке акклиматизируют виды, встречающиеся на юго-западе, в том числе из семейства карповых, на юге региона акклиматизируют угря, встречающегося в бассейне р. Нарва.

Большинство средних и малых озер региона относятся к группе высокопродуктивных, высококормных водоемов, однако есть и средне- и малокармливаемые. Малокармливаемые водоемы – это обычно озера, среди болот и торфяников. Озера малой площади не имеют высокой рыбопромысловой ценности, однако те из них, которые относятся к группе высококармливаемых водоемов (прежде всего озера южной части региона), 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 6-10 (иногда до 15-20) м. Наиболее мощные залежи сапропелевых илов характерны для остаточных озер, сохранившихся на месте обширных приледниковых водоемов. Однако они встречаются и во многих других водоемах, имеющих ледниковое происхождение.

Характерной особенностью рассматриваемого региона является постепенно происходящее сокращение количества озер, оставшихся в наследие от последнего оледенения, и, соответственно, площади озерного покрытия. Данный процесс объясняется мелководностью древних водоемов, широко распространенных в регионе после схода ледника, которые в процессе своего развития постепенно заболачивались. Торфяные залежи многих современных болот подстилаются озерными отложениями-сапропелями. В прошлом на месте

таких болот находились крупные озера, которые по мере заболачивания расчленились на ряд самостоятельных водоемов. До наших дней сохранились лишь наиболее крупные из них. Постепенное сокращение числа озер отмечается практически для всего рассматриваемого региона. Однако наиболее детально этот вопрос оценивался для озер Псковской области. Согласно региональным данным, первоначальная площадь озер за прошедшие после схода ледника 12 тысяч лет была сокращена здесь почти на  $\frac{3}{4}$  (Лесненко, Абросов. 1973, Лесненко, 1988). Часто зарастание озер происходит путем образования на берегах сплавины – своеобразного растительного ковра из трав и мха. Рост сплавин широко прослеживается на озерах Ленинградской, Псковской, Новгородской областей. Кроме того, обмеление и заболачивание озер региона может происходить и за счет спуска озер реками как естественным (в результате углубления речного русла, постепенно понижающего уровень водоема), так и искусственным путем (в связи с хозяйственной деятельностью). Наибольшую устойчивость к исчезновению проявляют ледниковые и ложбинные озера, сформированные в условиях холмисто-моренного рельефа.

Значительное влияние на развитие озер также оказала антропогенная деятельность, усиливающаяся по мере развития общества. Распашка водосборов, вырубка лесов, осушение болот привели к еще большему ускорению процессов заиления и заболачивания озер. Процесс заболачивания водоемов в естественных условиях длится тысячелетия, но в результате хозяйственной деятельности его скорость возрастает в разы, так, при интенсивном сельскохозяйственном освоении озерного водосбора скорость накопления осадков увеличивается в 2-3 раза и даже более. В результате при неблагоприятных изменениях на водосборе даже озера с площадями до нескольких квадратных километров могут исчезнуть за несколько десятилетий, малые озера исчезают еще быстрее. В настоящее время часть исчезнувших водоемов обращена под покосы. На космических снимках продолжают хорошо очерчиваться контуры таких озер.

Различие природных условий региона и разнообразие ландшафтов отразилось на формировании озерных экосистем, что привело к достаточно широкому диапазону показателей их лимнических свойств, особенно в группе малых озер. В рассматриваемом регионе имеет смысл выделить несколько подрегионов: холодный *северный*, включающий водоемы части Архангельской области, сильно заболоченный *восточный*, включающий водоемы западной части Вологодской и восточной части Ленинградской области и наиболее благоприятный - *юго-западный*, включающий водоемы юго-западной части Ленинградской, Псковской, Новгородской областей, северо-западной части Тверской и Смоленской области. В самостоятельный подрегион выделяется и расположенный на западе *полу-экслав – Калининградская область*.

*Северный подрегион* включает западную часть Архангельской области, расположенной в пределах Русской плиты и оказавшейся под последним ледниковым покровом. Необходимо уточнить, что небольшой по площади крайний западный участок области принадлежит Балтийскому щиту и относится к рассмотренному ранее карельскому региону.

На рассматриваемой части региона имеет место холмисто-моренный рельеф, с сохранившимися моренными нагромождениями и множеством замкнутых впадин, занятых озерами, в том числе значительными по своим размерам, такими, как Лача, Кожозеро, Кенозеро, Лекшмозеро, расположенными по западным отрогам кряжа Ветреный Пояс. Как правило, они образуют группы, привязанные к моренным нагромождениям. Конечно-моренные всхолмления, образовавшиеся в результате деятельности древнего ледника, характерны и для прибрежных областей Белого моря. Большое количество ледниковых озер сконцентрировано на Онежском полуострове, среди них наиболее крупные – Мяндозеро, Солозеро, Мураканское, Вежм-озеро, а также на поверхности Беломорско-Кулойского плато. Наряду с ледниковыми, в западной части Онего-Двинско-Мезенской равнины, а также в

районе Беломорско-Кулойского плато широкое распространение имеют водоемы карстового происхождения. Обычно это провальные карстовые озера, характеризующиеся значительными глубинами и непостоянством уровня воды.

Рассматриваемый Северный подрегион характеризуется наиболее холодными климатическими условиями, так что его озера отличаются наибольшей длительностью нахождения подо льдом и наименьшей продолжительностью летнего периода, значительная их часть является холодноводными. Воды обычно хорошо насыщены кислородом (80-95 %), хоть в ряде озер наблюдается его «недонасыщенность». Среди озер преобладают олиготрофные водоемы, хоть есть и мезотрофные. Это единственная часть на северо-западе Русской плиты, где широкое распространение имеют арктические виды фауны.

Как уже указывалось выше, территориально

Северный подрегион занимает запад Архангельской области. К сожалению, для ее озер характерна достаточно низкая лимнологическая изученность, что не позволяет получить четкое представление о находящихся здесь водоемах. Некоторое исключение составляют озера Кенозерской, Кожозерской групп и Ротковецкой озерно-речной системы, а также оз. Лача, которое более подробно будет рассмотрено в разделе 2.3.5 – большие озера. Большинство изученных озер характеризуются наличием антропогенной нагрузки на их экосистемы, наиболее незатронутыми хозяйственной деятельностью являются озера Кожозерской группы. Вместе с тем для многих неизученных озер области характерно низкое антропогенное воздействие на их экосистемы. Таким образом, представляемая ниже информация является несколько односторонней, а не типичной для региона.



**Рисунок 2.27.** Озера Кенозерской группы

Озера Кенозерской группы (рис. 2.27) в природных условиях характеризуются как низкоминерализованные олиготрофные водоемы с водой гидрокарбонатного класса группы кальция. Для озер характерно низкое содержание биогенных элементов, основные харак-

теристики представлены в табл. 2.7. Согласно данным различных исследований, с середины XX столетия экосистема некоторых озер Кенозерской группы претерпела ряд заметных изменений под воздействием антропогенного фактора (подробнее в разделе 2.3.6).

**Таблица 2.7.** Основные характеристики озер Кенозерской группы (по данным Гордеева, Новосельцев, 1983; Балушкина и др., 1997).

Характеристика	Кенозеро	Свиное	Долгое	Лекшмозеро
Минерализация, мг/л	37-67			80-120
Общий фосфор, мкг/л	14-20			12-20
Общий азот, мкг/л	500			650-730
Средняя летняя биомасса зоопланктона, мг/л	0.51	0.47	0.25	0.58-0.64
Биомасса зообентоса, г/м <sup>2</sup>	0.26 - 3.59	0.1 - 2.7	0.2- 1.5	11.7-24.6

Достаточно хорошее состояние воды продолжает сохраняться в озерах *Кожозерской группы*, состоящей из достаточно крупных озер Кожозера и Шардозера и нескольких десятков малых водоемов (рис. 2.28). Общая минерализация воды озер не превышает 25

мг/л, озера относятся к гидрокарбонатно-сульфатному классу. Зоопланктон в основном представлен ракообразными, среди донного населения доминируют хирономиды. В озерах Кожозеро и Шардозеро обитают сиг и ряпушка (Козьмин, Шатова, 1997).



**Рисунок 2.28.** Озера Кожозерской группы

Озера *Ротковецкой озерно-речной системы* (бассейн р. Онега) подвержены слабому антропогенному воздействию. Практически не затронутыми являются озера Назаровское и Белое, в то время как озера Святое и Узловское получают хозяйственно-бытовые стоки и стоки с маслозавода, расположенного на берегу оз. Святое. Именно оз. Святое с площадью 2.1 км<sup>2</sup> и максимальной глубиной 16 м является наиболее крупным и глубоким в системе. Площадь других озер не превышает 0.13-0.32 км<sup>2</sup>, а средние глубины составляют 1.8-3.6 м. Уровень минерализации в озерах Ротковецкой системы колеблется в пределах от 80 до 325 мг/л (ср. - 140 мг/л), уменьшаясь в весенний паводок и постепенно увеличиваясь к осени. Озера относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция, характеризуются реакцией среды от нейтральной до слабощелочной (рН 7.3-7.7). Отличаются довольно высоким содержанием биогенных элементов, особенно фосфора. Согласно исследованиям Л.С. Широковой и др., (2005, 2007, 2008), содержание общего фосфора в озерах варьировало в широких пределах - от 13.8 до 138.8 мкг/л в поверхностном слое и от 15.5 до 160.7 мкг/л - в придонном. Наименьшее его количество отмечалось осенью, максимальное – весной. Наибольшие значения фосфора наблюдались в озерах, подверженных влиянию сточных вод. Исследуемые озера характеризовались более высокими концентрациями биогенных элементов в придонном горизонте по сравнению с поверхностным, что было обусловлено процессами минерализации растительных остатков и активными процессами химического обмена, происходящими на границе водораздела вода-дно. Лишь озеро Узловское, подвергающееся антропогенному прессингу в виде хозяйственно-бытовых стоков, характеризовалось в период исследований более высоким содержанием биогенных элементов в поверхностном горизонте. Кислородный режим был в основном благоприятным для функционирования гидробионтов, за исключением периодов летней и зимней стагнации, когда содержание растворенного кислорода на глубоководных станциях могло снижаться до 1 % насыщения.

Озерный фитопланктон был представлен в

основном диатомовыми, зелеными и золотистыми водорослями. Массовыми видами являлись *Melosira granulata* и *Synedra ulna*. Основными доминирующими группами зоопланктона были коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки. Биомасса зоопланктона колебалась в озерах в широких пределах - от 0.82 до 17.6 мг/м<sup>3</sup>, максимальная биомасса была отмечена в наиболее загрязняемом оз. Святом. Все озера, включая и наиболее чистые, по трофическому статусу были отнесены к мезотрофным водоемам. Однако на оз. Святом были наиболее заметны изменения с повышенным содержанием биогенных элементов – зарастание литоральной зоны, пониженные темпы роста доминирующих видов рыб - окуня, плотвы, леща, а также появление патологических изменений внешних и внутренних органов этих рыб (Махнович, 2005).

Рассматривая озера Северной части региона, необходимо подчеркнуть значительное разнообразие находящихся здесь озерных экосистем, в том числе по величинам минерализации. На примере наиболее хорошо изученных озер (в частности, приведенных выше озер Ротковецкой озерно-речной системы), хочется еще раз обратить внимание на объединяющую водоемы данного региона повышенную чувствительность их экосистем к антропогенному воздействию. Даже не очень высокий дополнительный приток биогенного вещества достаточно быстро приводил к перестройке в экосистемах исследованных озер.

**Восточный подрегион** включает западную часть Вологодской и восточную часть Ленинградской области. Наиболее характерной его чертой является очень высокая степень заболоченности по сравнению с другими регионами северо-запада Русской плиты. Климат Восточной части региона намного более теплый и благоприятный, чем Северной части, а от Юго-Западной он отличается повышением степени континентальности, а значит и продолжительности зимнего периода. В Восточном подрегионе сходятся бассейны стока трех морей - Белого, Каспийского и Балтийского, связь между которыми усилена

антропогенной составляющей - созданием Волго-Балтийской и Северо-Двинской систем.

Котловины наиболее крупных водоемов Восточного подрегиона – оз. Белого, Кубенского и Воже, образовались в крупных тектонических разломах кристаллического фундамента, ледниковые покровы определили лишь их современную морфометрию и принадлежность к бассейнам стока. Более подробно эти водоемы будут описаны в разделе 2.3.5. Средние и малые озера возникли преимущественно благодаря деятельности многократных покровных оледенений. Многие озера являются остаточными водоемами, сохранившимися в наследие от существовавших здесь ранее крупных приледниковых водоемов, прежде всего Молого-Шекснинского водоема. Некоторые озера образовались на месте захоронения огромных глыб льда, откалывавшихся от ледника при его отступании, и перекрытых слоем моренного материала. Кроме озер, обязанных своим происхождением последнему оледенению, в регионе распространение имеют старичные и

карстовые озера.

По генетическому типу в Восточном подрегионе преобладают ландшафты холмисто-моренных равнин и моренных и озерно-ледниковых равнин. Для широко распространенных ландшафтов моренных и озерно-ледниковых равнин характерна относительно невысокая мощность четвертичных ледниковых и водно-ледниковых отложений. Среди данных ландшафтов расположены преимущественно слабо-минерализованные озера с минерализацией до 100 мг/л, однако встречаются и средне-минерализованные (100-150 мг/л), вода и тех и других чаще всего принадлежит к гидрокарбонатному классу группы кальция. Большинство водоемов являются мезотрофными, реже - эвтрофными. Многие из них сильно гуммифицированы. В числе средних озер, расположенных среди моренных и озерно-ледниковых равнин, хорошо изучены озера Ковжское, Кемское и Мегорское. Основные характеристики некоторых озер восточной части региона представлены в табл. 2.8.

**Таблица 2.8.** Основные характеристики некоторых средних озер восточной части региона. Источник данных: Озерные ресурсы Вологодской области (1981)

	Ковжское	Кемское	Мегорское	Андозеро	Лозско-Азатское
Площадь, км <sup>2</sup>	65	14.6	40.5	44.4	33
Ср. глубина, м	5.9	0.9	1.6	2.6	5.4
Макс. глубина, м	16	1.7	3.1	6	12
Цветность, град.	90	60	98	10	40
Перманганатная окисляемость, мг О/л	13-14				34.8
Прозрачность, м	2	1		1	1.5
Минерализация, мг/л	50-90	44.5	23	100	
Биомасса фитопланктона, мг/л	2.1-2.6			23.8	16.8
Биомасса зоопланктона, мг/л	0.26-0.5	1	1.29	0.25-4.56	0.47-1.81
Биомасса зообентоса, г/м <sup>2</sup>	0.1	0.53	0.85		
Трофический статус	мезотроф.	эвтроф.			эвтроф.

**Ковжское озеро** (рис. 2.29) – слабоминерализованный, мезотрофный водоем с сильно гуммифицированной водой. Сток из озера заре-

гулирован плотиной, построенной на вытекающей из него р. Ковжа. Входит в состав Ковжского водохранилища, образованного в связи с созданием Волго-Балтийского водного пути.



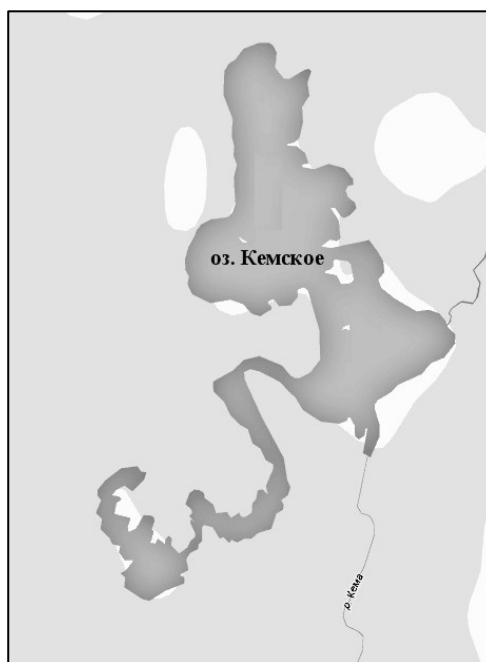
**Рисунок 2.29.** Ковжское озеро

В период открытой воды вся водная толща Ковжского озера обогащена кислородом, и даже на глубине 15 м содержание кислорода составляет около 80 % от насыщения. Реакция среды нейтральная, рН 7.2. Озеро незначительно зарастает высшей водной растительностью (8-10 %). Среди макрофитов представлены камыш, тростник, ситник, хвощ, элодея, кувшинка, кубышка, водокрас, ежеголовник, стрелолист, рдест, по заболоченным берегам – рогоз и осоки. В фитопланктоне преобладают сине-зеленые водоросли, отмечаются диатомовые и динофлагелляты. Сине-зеленые, достигая значительных показателей по численности и биомассе, приводят к ежегодному цветению воды, преимущественно видов *Aphanizomenon* и *Anabena* (Озерные ресурсы..., 1981). Также представлены зеленые, золотистые, криптофитовые и эвгленовые водоросли. В составе зоопланктона обнаружено 53 таксона, характерно более высокое видовое разнообразие ракообразных, прежде всего - ветвистоусых рачков (кладоцер). По численности преобладают циклопы, по биомассе – ветвистоусые (Черняткин и др., 1996). Ведущими формами зоопланктона являются *Diaptomus gracilis* и *Cyclops strenuus*. В зообентосе основными группами являются хирономиды (комары-звонцы), моллюски и олигохеты (малощетинковые черви). В меньшем количестве представлены нематоды, вислокрылки, мокрецы, поденки. Ковжское

озеро - промысловый водоем, в котором обитают ряпушка, судак, язь, лещ, плотва, налим, ерш, щука и окунь. В 1998 г. в Ковжское озеро была выпущена молодь кубенской нельмы.

Ковжское озеро входит в Ковжскую группу, включающую еще десять озер. Озера этой группы довольно глубокие: их средняя глубина составляет 2.7 м, а в трех из них глубины превышают 10 м. Воды озер низко минерализованы и очень мягкие.

**Кемское озеро** - мелководный остаточный слабоминерализованный эвтрофный водоем (рис. 2.30). Интенсивно зарастает камышом, тростником, хвощом, кувшинками, рдестами, эладеей. Ежегодно летом наблюдается «цветение» его воды. Зоопланктон представлен *Cyclops strenuus*, *Daphnia cristata*, *Diaptomus gracilis*, *Asplanchna priodonta* (Озерные ресурсы..., 1981). В бентосе преобладают олигохеты и хирономиды, а также встречаются моллюски и водяные ослики. Из рыб в озере обитают лещ, щука, плотва, окунь, ерш, налим, язь и красноперка. Раньше в озере также встречались ряпушка, сиг и укляя, которые в настоящее время отсутствуют, что указывает на отрицательную сукцессию ихтиоценоза, вызванную ухудшением кислородного режима, в том числе участвовавшими зимними заморами.



**Рисунок 2.30.** Кемское озеро







**Рисунок 2.32.** Андозеро

*Лозско-Азатское озеро* (или группа озер), состоит из нескольких практически самостоятельных водоемов, соединяющихся проливами, наиболее крупные из которых – озера Лозское и Азатское (рис. 2.33), озера меньшего размера - Моткозеро, Титовское и Березовское. Берега в основном отлогие, местами крутые, редко низкие. Озерная пойма, так же как и терраса, прерывчата. Глубины в озерах Лозское и Азатское быстро увеличиваются от берега и наибольшего значения достигают в срединной части. Прозрачность воды - около 1.5 м, цвет желтовато-коричневый, реакция воды слабо-щелочная. Озера эвтрофные. В сообществе фитопланктона по численности доминируют сине-зеленые, зеленые и динофитовые. Для озер характерно сравнительно небольшое различие в количественных показателях зоопланктона зарослей и открытых участков. На участках открытой воды доминантами являются веслоногие ракообразные и коловратки, а в зарослях макрофитов увеличивается биомасса ветвистоусых ракообразных.

**В восточной части Ленинградской области,** также как и в Вологодской, преобладает преимущественно холмистый, морено-грядовый рельеф. Из наиболее крупных озер здесь следует выделить Вачозеро (площадь зеркала 17 км<sup>2</sup>), Пидьмозеро (15.7 км<sup>2</sup>), Савозеро (12.2 км<sup>2</sup>), Сегежское (10 км<sup>2</sup>), Юксовское (8.3 км<sup>2</sup>). Все указанные озера являются проточными и входят в систему рек Свири и Ояты. Большинство озер занимают межморенные понижения, также встречаются озера с удлинённым ложем, возникшие в углублениях русел бывших ледниковых потоков. Для многих озер характерна достаточно сложная, лопастная форма и небольшие глубины. Часть озер, особенно малые, зарастают и заболачиваются.



**Рисунок 2.33.** Лозское и Азатское озера

Высокая заболоченность восточной части Ленинградской области определяет преимущественно желтовато-коричневый и коричневый цвет озерной воды. По степени гумификации озера чаще всего относятся к мезо- и полигумозным водоемам. Преобладают слабо-минерализованные озера гидрокарбонатного класса группы кальция. Согласно данным В.В. Петрова (1980), минерализация воды большинства озер находится на уровне 25-40 мг/л, а в некоторых составляет всего около 10 мг/л. Активная реакция среды в большинстве озер от слабо-кислой до нейтральной, но встречаются и кисло-слабокислые озера со значениями рН до 5.8-6.0. Концентрации кислорода в летний период обычно близкие к насыщению, однако в зимний период в ряде водоемов в придонном горизонте может наблюдаться дефицит кислорода. Большинство озер восточной части Ленинградской области бедны биогенными элементами. Перманганатная окисляемость только в отдельных озерах достигает 10 мг О/л. Фитопланктон в основном представлен диатомовыми и перидиниевыми. Зоопланктон кладоцерно - копеподного типа, его биомасса колеблется в пределах от 1.5 до 4.5 г/м<sup>3</sup>. В зообентосе преобладают личинки хирономид, преимущественно хищных, также широко распространены хаоборус, олигохеты, двустворчатые и брюхоногие моллюски. В

некоторых слабо гумифицированных озерах встречается понтопорья. Средняя биомасса зообентоса - 1.5-2.0 г/м<sup>2</sup>.

Характерной чертой восточной части подрегиона является также наличие здесь карстовых озер. Многие из них характеризуются так называемым «исчезающим режимом». Среди них - Шимозеро, Долгозеро, Ундозеро, Лухтозеро, Дружинное, имеющие сток в карстовые воронки просасывания — поноры. В отдельные годы уровень этих озер сильно понижается, иногда вода вовсе уходит из озерных котловин.

**Шимозеро** по существу состоит из двух различных озер, соединенных проливом (рис. 2.34). В одном из них, собственно Шимозере, глубина около 4 м, а в ямах доходит до 10-12 м; в другом, называемом Пюгкозером, она немногим более 2 м, и дно здесь ровное без заметных углублений. Из Пюгкозера берет начало ручей, который заканчивается округлой воронкой просасывания с поглощающим отверстием на дне. Короткой речкой Кудомой Шимозеро соединено с мелководным и сплошь зарастающим Грязнозером, а то, в свою очередь, ручьем соединяется с Долгозером. Заключенная между крутыми берегами котловина озера представляет собой довольно глубокую ложбину с несколькими заливами в северной части и воронкообразной ямой. На дне ее находится отверстие-понор, через которое озеро периодически осушается. При понижении уровня воды в Долгозере осушается Грязнозеро. Чаще всего это бывает к концу зимы, и тогда лед ложится на его дно.



Рисунок 2.34. Шимозеро

**Юго-Западный подрегион** включает водоемы юго-западной части Ленинградской, Псковской, Новгородской областей, северо-западной части Тверской и Смоленской области. Эта наиболее благоприятная в климатическом отношении часть северо-запада Русской плиты, характеризующаяся менее длинными и достаточно мягкими зимами и относительно теплым летом. Для юго-западного подрегиона характерна наиболее высокая продолжительность периода открытой воды и наиболее благоприятные условия для функционирования биоты. Вместе с тем, это наиболее обжитая часть региона, характеризующаяся и наибольшим антропогенным прессом на водные ресурсы.

Весь Юго-Западный подрегион в период последнего оледенения находился на периферии ледника, поэтому для него характерен преимущественно аккумулятивный рельеф, созданный ледниковыми и флювио-гляциальными отложениями. Многочисленные ледниковые озера представлены различными подтипами – ложбинными водоемами, характерными для возвышенных участков; ледниковыми озерами, расположенными на территории зандровых и озерно-ледниковых равнин; подпрудными озерами, возникшими вследствие подпруживания талых ледниковых вод моренными грядами и холмами; эвразийскими озерами, занимающими глубокие «ямы»; а также распространенными по периферии остаточными озерами, сохранившимися на месте обширных приледниковых водоемов.

Характерной чертой Юго-Западного подрегиона является высокое изменение значений озерности, то есть чередование достаточно обширных площадей с фактическим отсутствием озер с площадями с их значительной концентрацией. Кроме того, здесь расположено несколько крупнейших озер, которые только благодаря своим огромным площадям в несколько раз повышают озерность близ расположенных территорий. Среди таких водоемов, прежде всего – озера Чудско-Псковское и Ильмень, более подробная информация о которых будет представлена в части 2.4, а также оз. Селигер, описанное в разделе 2.3.5.

Средние и малые озера Юго-Западного под-региона крайне разнообразны по своим лимническим характеристикам. В отличие от озер ранее рассмотренных подрегионов, они отличаются в среднем более высокими значениями минерализации, содержания биогенных элементов и продуктивности. Более подробное рассмотрение озер подрегиона, включая наиболее изученные, легче представить, руководствуясь административным принципом разделения территории. Это позволит не потерять некоторые ценные выводы, опубликованные авторами ряда региональных обобщений, обычно проводимых в пределах одной области.

**В юго-западной части Ленинградской области** большинство наиболее крупных озер имеют ледниковое происхождение и сконцентрированы вдоль основных русел рек, относящихся к бассейну р. Луга. Среди них наибольшими по площади водной поверхности являются озера Самро (площадь – 40,4 км<sup>2</sup>) и Вялье-Стречно (Стречно, 35,8 км<sup>2</sup>), а также Черемнецкое (15 км<sup>2</sup>), Сяберо (Сяберское, 14,2 км<sup>2</sup>) и Врево (Вревское 12 км<sup>2</sup>). Мощность четвертичных отложений здесь не превышает 10-15 м, а в южном конце оз. Врево песчаники девона выходят на поверхность в береговых обнажениях. Многие озера занимают глубокие ложбины, обязанные своим происхождением древним ледниковым потокам.

Наряду с ледниковыми озерами Лужского бассейна, в юго-западной части Ленинградской области также выделяют отдельную группу озер южного берега Финского залива, непосредственно с ним соединяющихся. Примерами таких озер являются озера Судачье, Хаболовское, Бабинское, Глубокое и др. По северному краю Силурийского плато располагаются небольшие озера (Копорское и др.), обычно замкнутые, как правило, карстового происхождения.

Вода большинства озер юго-запада Ленинградской области характеризуется как среднеминерализованная (то есть минерализация, как правило, превышает 100 мг/л), прежде всего это характерно для озер Лужского бассейна, где широко развиты легко размываемые

карбонатные коренные породы. Так, в оз. Нижнее и Верхнее Врево минерализация воды составляет 230 мг/л, в оз. Сяберское -120 мг/л, в оз. Черемнецкое – 235-249 мг/л, а в оз. Сяберское – 120 мг/л. По трофическому статусу озера относятся к мезо- и эвтрофному типу. Зимой во многих из них отмечается дефицит кислорода. Содержание органического вещества в среднем составляет 15-40 мг О/л. Большинство озер юго-западной части Ленинградской области характеризуются небольшими глубинами и наличием на их дне значительных толщ сапропелевых отложений.

В мелководных озерах Самро и Сяберо заросли макрофитов занимают соответственно до 15 % и 50 % площади, в более глубоких – Врево и Черемнецкое до 10 %. Даже в глубоких озерах наблюдается летнее «цветение» воды. В фитопланктонном сообществе велика доля сине-зеленых, диатомовых и эукариот, ведущими видами являются *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella formosa*, *Microcystis aeruginosa* и виды рода *Anabaena*. Зоопланктон крупных озер представлен копеподно-кладоцерным комплексом. Согласно данным Рыбохозяйственный кадастр..., ч. 2, (1978), биомасса зоопланктона в более глубоких озерах Лужского района в среднем составляла 1-2 г/ м<sup>3</sup>, а в мелководных она достигала 3.5-5.0 г/ м<sup>3</sup>. Ведущими формами донного населения в профундали глубоководных озер являлись олигохеты и личинки хирономид, в небольшом количестве встречались мелкие двустворчатые моллюски. Количественное развитие донных организмов было невелико, средняя биомасса находилась в пределах 1-4 г/м<sup>2</sup>. В крупных мелководных озерах количественные показатели зообентоса варьировали от 0.2 г/м<sup>2</sup> в оз. Сампо до 7-8 г/м<sup>2</sup> в оз. Сяборском.

Согласно данным Рыбохозяйственного кадастра, в малых озерах юго-запада Ленинградской области насчитывается 37 видов рыб-аборигенов. По сравнению с водоемами других районов Ленинградской области здесь характерно более широкое распространение теплолюбивых рыб, таких, как линь, карась, вьюн (Архипцева и др., 1978). В мелководных и хорошо прогреваемых озерах основу ихтио-

ценоза составляют карповые и окуневые рыбы. По мере увеличения площади озера увеличивается и разнообразие состава ихтиофауны.

Большинство малых и средних озер относятся к группе высококормных водоемов мезотрофного и эвтрофного типов. Наиболее разнообразен состав ихтиоценозов в мезотрофных озерах, особенно в проточных водоемах, имеющих связь с более крупными по площади озерами. В большинстве мезотрофных озер доминирует лещ и рыбы понто-каспийского пресноводного комплекса, как правило, помимо леща и плотвы, многочислен окунь, далее идут густера, снеток, уклея, ерш, щука, налим, карась, линь, красноперка, язь, угорь, жерех, елец и т.д. (Руденко 1978, 2000). Исключение составляют замкнутые небольшие по площади мелководные озера, где доминируют плотва и окунь. В достаточно широко распространенных мезотрофных озерах с признаками дистрофии видовой состав сужается, здесь обычно доминируют плотва и окунь, и из состава ихтиоценоза выпадают судак, снеток и ряпушка. В эвтрофных озерах наибольшую численность ихтиоценоза создают карась, линь, красноперка, вьюн, щиповка.

**Псковская область** характеризуется крайне неоднородной озерностью. Наибольшая величина озерности свойственна для ее более возвышенной южной части, где распространение имеет зандровый и холмисто-моренный рельеф. Здесь же расположены и наиболее крупные озера (не считая Чудско-Псковского), полосой протянувшиеся в широтном направлении. В пределах озерно-ледниковых равнин численность озер невелика.

Часть озер области, так называемых ледниковых, образовалась на месте захоронения огромных глыб льда, откалывавшихся от ледника при его отступании, и перекрытых толстым слоем моренного материала. Такие озера характеризуются наибольшими глубинами (до 25-30 метров), типичные примеры - озера Але, Локново, Лобно, Глубокое на Бежаницкой возвышенности; Локно, Островское, Каменное, Глубокое, Пеньковское – на Судомской возвышенности. Широкое распро-

странение имеют и менее глубокие подпрудные озера, среди которых – оз. Большой и Малый Иван, Свибло, Неведро, Гороховое и др.

На юге области встречаются узкие, вытянутые в длину ложбинные озера, возникшие по основным руслам стока ледниковых вод, обычно такие озера имеют значительные глубины, часто они расположены по руслу основных рек. К ложбинным озерам относятся Язно, Яское, Усвеча, Усмынское, Рудо и др. Значительное распространение имеют и остаточные озера, сохранившиеся на месте обширных приледниковых водоемов, они хорошо сохранились на плоских и слабо-волнистых моренных и озерно-ледниковых равнинах. Котловины таких озер обычно заполнены мощной толщей ила и сапропеля. Кроме озер, обязанных своим происхождением последнему оледенению, в Псковской области широкое распространение имеют старичные озера. Их особенно много в долине р. Плюссы, активно меандрирующей в пределах унаследованной ею широкой древней доледниковой долины.

Многие озера Псковской области со временем лишились стока и теперь быстро заболачиваются и зарастают. Широкое распространение имеют так называемые «окна» - остатки еще недавно существовавших озер, на сегодняшний день окруженные со всех сторон болотами, то есть озера в той стадии заболачивания, когда середина водоема еще не завоевана растениями. Многие существовавшие ранее озера, к настоящему времени уже полностью превратилась в болота и торфяники. Часть исчезнувших водоемов обращена под покосы.

Общая минерализация озерных вод Псковской области колеблется в значительных пределах – от 9 до 418 мг/л и зависит от состава горных пород, слагающих водосборную поверхность, и качества подземных вод. Высокая минерализация воды свойственна озерам, водосборы которых сложены карбонатными породами, а также водоемам, в которые поступают глубинные подземные воды. Такие озера в основном расположены в центральных и западных районах области. Примером озер с

высокой минерализацией являются Березовица (418 мг/л), Кривое (306 мг/л), Островно (284 мг/л), Белая Струга (282 мг/л). Меньшей минерализацией отличаются озера холмисто-моренных возвышенностей и зандровых равнин. Так, для озер Жижицкого и Дзинь-Велинского, лежащих среди зандровой равнины, минерализация составляет 70 - 105 мг/л. Наиболее низкие значения характерны для лесных и заболачивающихся озер, а также для так называемых ацидотрофных озер. По ионному составу воды большинство псковских озер относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу (Максимова, 1966, Лесненко, Абросов, 1973). В связи с наличием прослоек гипса в верхней карбонатной толще коренных пород, на территории Порховского, Псковского, Печорского районов можно ожидать несколько повышенного содержания в озерных водах сульфатов.

Крайне разнообразны озера области и по реакции среды, от кислых и кисло-слабокислых (со значениями рН от 3.8 до 6.0) ацидотрофных водоемов до слабощелочных и щелочных (с рН от 8.4 до 9.4) алкалитрофных озер. Однако доминирующее положение все же занимают водоемы с нейтральной реакцией (6.1-7.9). Ацидотрофные и алкалитрофные озера встречаются довольно редко. Первые по мере зарастания и заиления превращаются в моховые ультраолиготрофные болота, вторые – в эвтрофные болота. Ацидотрофные озера характеризуются большой прозрачностью и голубым цветом воды, наиболее кислородные из таких озер расположены в Полистовском болотном районе. К алкалитрофным озерам относятся водоемы Апольской группы, в том числе – оз. Белое, Синовино, Островито, Березовое, Лебединое и др. Донные отложения их представлены озерным мергелем («гажей»). В большинстве случаев алкалитрофные озера являются харовыми, основная первичная продукция в них создается харой и элодеей. Отмирая, эти растения образуют богатый органический ил.

По трофическому статусу среди псковских озер много мезотрофных и эвтрофных, распространены дистрофные водоемы, зато практически отсутствуют олиготрофные.

Псковские озера отличаются обилием высшей водной растительности, насчитывающей более 100 видов. В малых озерах среди воздушно-водных растений наиболее распространены видами являются тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз широколистный и хвощ приречный, в крупных озерах также встречаются ситник одночешуйчатый, аир обыкновенный, сусак зонтичный, манник водяной, рогоз узколистный, поручейник широколистный, хвощ иловатый и тростянка овсяничная. Из растений с плавающими листьями характерны рдест плавающий, горец земноводный, кувшинка чисто-белая, кубышка желтая, стрелолист, из погруженных растений – уруть колосистая, элодея, телорез, рдесты и харовые водоросли. Биомасса макрофитов сильно варьирует в зависимости от видового состава – от 400 до 4800 г/м<sup>2</sup>, причем минимальные величины характерны для тростниково-камышовых ассоциаций, а максимальные – для рогозо-телорезовых (Недоспасова, 1969).

За исключением Псковско-Чудского озера, фитопланктон в псковских озерах изучен недостаточно. Наибольший объем данных по фитопланктону получен по *оз. Белая Струга* (площадь 5.87 км<sup>2</sup>, максимальная глубина - 7.5 м, средняя - 5.5 м, рис. 2.35). Согласно данным Д.Н. Суднициной (1966), фитопланктон в озере был представлен диатомовыми (64 вида), зелеными (57 видов) и сине-зелеными (21 вид), жгутиковые были немногочисленны и представлены только 10 видами. В июне-августе преобладали сине-зеленые, их биомасса достигала 75 мг/л. Зеленые и диатомовые встречались в озере в течение всего года. Биомасса зеленых водорослей составляла 0.13-6 мг/л, диатомовых – 0.96-31.2 мг/л.

Для большинства псковских озер характерно летнее «цветение» воды, вызываемое массовым развитием сине-зеленых. Биомасса водорослей в летний период достигает 93.5 мг/л. Водоросли очень сильно влияют на газовый режим озер, в процессе фотосинтеза они расщепляют углекислый газ и обогащают воду кислородом. В связи с активным развитием растительности в ряде озер известны

случаи перенасыщения воды кислородом до 200-300 %, в то же время в зимний период в таких озерах возникают рыбные заморы.

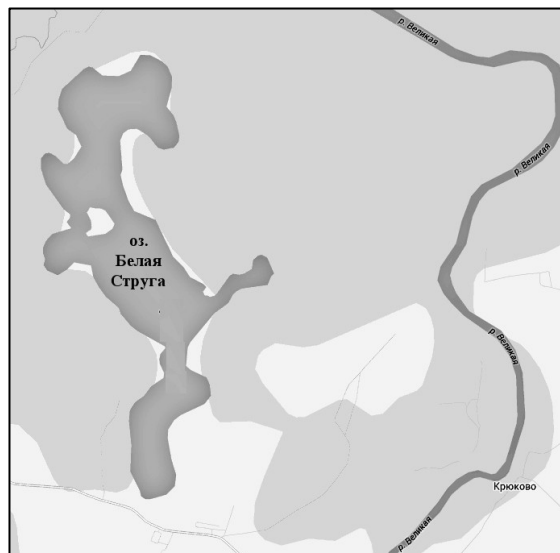


Рисунок 2.35. Озеро Белая Струга

Из ракообразных в планктоне озер обитает 80 видов и вариететов кладоцер и 25 видов копепод (Максимова, 1965). В летнее время биомасса ракообразных колеблется от 1.5 до 12.4 г/м<sup>3</sup>. Подробные исследования высококормного оз. Белая Струга позволили оценить закономерности сезонных изменений зоопланктона. В мае появляются ветвистоусые ракообразные, число видов и численность которых увеличиваются в течение лета. Наибольших количественных показатели они достигают в августе за счет массового развития *Chydorus sphaericus* и *Daphnia cucullata*, преобладая над коловратками и копеподами. Согласно данным А.И. Денисенко (1966), биомасса зоопланктона в озере изменялась от 0.03-0.5 г/м<sup>3</sup> в подледный период до 1.06 – 10.4 г/м<sup>3</sup> в летние месяцы.

Среди донных беспозвоночных в псковских озерах наиболее распространены личинки хирономид, олигохеты и моллюски. Из брюхоногих наиболее распространены прудовик обыкновенный, затворки, битинии, шаровки, горошинки, населяющие подводные заросли. Двухстворчатые моллюски – перловица и беззубка – обитают на песчаных отмелях прибрежной зоны. Согласно данным региональных исследований, средняя биомасса зообентоса изменяется от 1.6-4.0 г/м<sup>2</sup> в дис-

трофных озерах до 24-26 г/м<sup>2</sup> в эвтрофных.

Ихтиофауна малых озер Псковской области представлена 42 видами рыб. Озера в основном заселены снетком, сомом, карасем, ряпушкой, лещом, язем, линем, густерой, уклейей, судаком, щукой и налимом. В некоторых озерах встречаются акклиматизированные омуль, пелядь, амурский сазан, нельма и карп. Кормовая база позволяет получить в псковских озерах следующие уровни рыбопродуктивности: в мезотрофных водоемах – 20-40 кг/га, в эвтрофных – 40 – 70 кг, в дистрофных – 10-20 кг. Промышленный лов рыбы происходит в больших и средних озерах, малые не имеют высокой рыбопромысловой ценности, однако в силу высококормности могут использоваться в рыбоводных целях или для развития спортивно-любительского рыболовства.

Как и для всего рассматриваемого региона, для **Новгородской и** примыкающей к ней **части Тверской области**, находившейся в пределах последнего оледенения, характерно преобладание ледниковых водоемов самых разнообразных подтипов. Среди моренных холмов, камов и озов встречаются многочисленные понижения, занятые озерами, наиболее крупные из которых – Селигер (пограничное между Новгородской и Тверской областью), Велье, Валдайское и другие. К озерам, образовавшимся на месте захоронения огромных глыб льда, перекрытых толстым слоем моренного материала, относится оз. Боровно. А к ложбинным озерам - Волго, Стерж, Пено, Кафтино, Мстино, Молдино и др. Здесь же расположены и наиболее глубокие, так называемые эвразийские озера, занимающие «ямы», образовавшиеся в результате эродированного действия талой ледниковой воды, падавшей в полосе краевых ледниковых образований с большой высоты и как бы «вырывающей» эти ямы. Среди них - Бросно, Долосец, Долгое (Дорофеев и др., 1992). Широкое распространение имеют и подпрудные озера - Шейно, Бологое, Серемо. Многие озера соединены друг с другом узкими протоками, образуя озерно-речные системы, например озера в истоках рек Увери, Поломети.

Наряду с озерами ледникового происхождения, встречаются также карстовые и старичные озера. Карстовые озера относительно широко распространены на карбовом плато в восточной части Новгородской области. Значительное число озер образовалось в обширных дельтах рек Мсты, Ловати и Пола. Основная озерная площадь приходится на проточные и сточные водоемы, лишь небольшие болотные водоемы не имеют видимого поверхностного стока.

Наиболее изученным среди средних и малых водоемов Новгородской и Тверской области является *оз. Валдайское* (рис. 2.36). С 1952 г на его берегах находится Валдайская научно-исследовательская гидрологическая лаборатория (ВНИГЛ) Государственного Гидрологического института, проводящая многолетние систематические наблюдения на водоеме. Валдайское озеро имеет сложную котловину, расположенную среди крупнохолмистых форм рельефа западной части Валдайской возвышенности. Высота уреза воды - 192 м над ур. моря. Средняя глубина озера - 12 м, объем водной массы - 0.25 км<sup>3</sup>. Расчлененность берегов придает водоему лопастную форму.

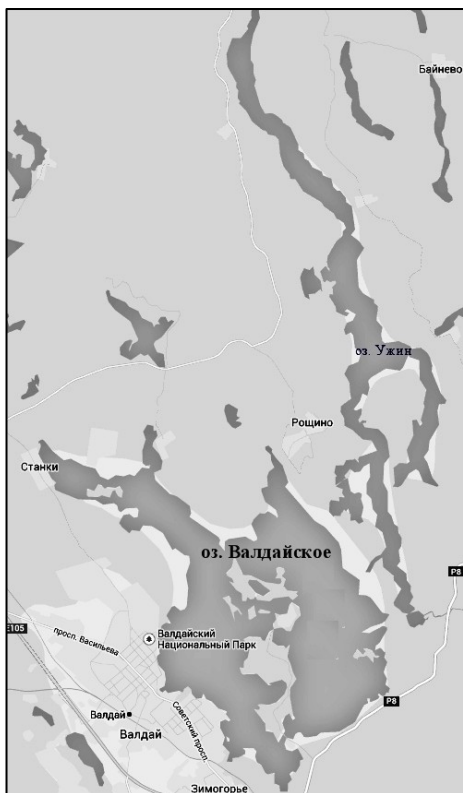


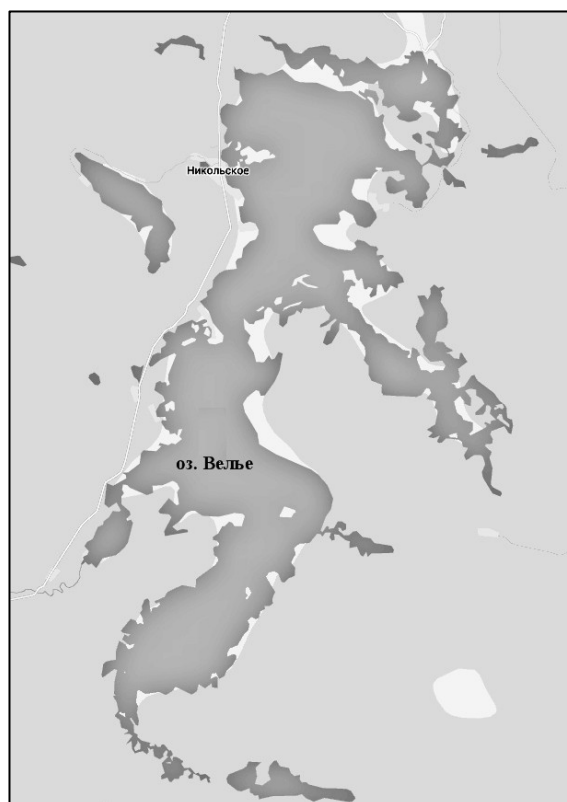
Рисунок 2.36. Озеро Валдайское

Оз. Валдайское характеризуется среднеминерализованными водами гидрокарбонатного класса группы кальция. Концентрация гидрокарбонатного иона изменяется в пределах 90-127 мг/л, но иногда в придонных слоях повышается до 141 мг/л. Прозрачность воды изменяется в разные годы от 4.4 до 5.9 м. Цвет воды – зеленый с желтоватым оттенком. Согласно данным Г.С. Шилькрот (1979), содержание растворенного кислорода в эпилимнионе озера колеблется в пределах от 8.4-8.6 мг/л (90-92 % насыщения) до 9.7 мг/л (103 %). В придонном слое насыщение кислородом опускается до 35-60 %. В конце подледного периода содержание кислорода убывает с 10-11 мг/л (70-80 % насыщения) в поверхностных слоях до 7 мг/л (50 % насыщения) на глубине 30 м. В некоторых небольших по площади понижениях дна оно может снижаться до 0.7-0.9 мг/л (5-10 % насыщения). Перманганатная окисляемость составляет 2.6-4.7 мг О/л.

Среди высшей водной растительности Валдайского озера преобладают погруженные виды – рдесты, элодея, встречается хара, водный мох, много ряски. Зарастаемость составляет около 30 % площади его акватории. В составе фитопланктона преобладают диатомовые, зеленые, сине-зеленые, золотистые и пиррофитовые водоросли. В отдельные годы доминируют сине-зеленые, достигающие 92-95 % от общей численности и 66 % - от общей биомассы, в другие – диатомовые. По данным Г.С. Шилькрот (1979), валовая продукция фитопланктона составляла в озере 0.7- 2.4 г О/м<sup>2</sup>, максимальная величина биомассы фитопланктона достигала 3.6 г/м<sup>3</sup>. Преобладающие в озере виды водорослей, доминирующих в разные годы - сине-зеленая *Anabaena Lemmermannii* и диатомовая *Stephanodiscus Hantzschii*, характерны для эвтрофных водоемов. Интересно, что расположенное рядом оз. Ужин по биологическим показателям относится к олиготрофному типу, что было в недавнем прошлом характерно и для Валдайского озера. Однако Валдайское озеро имеет достаточно освоенный, используемый в сельскохозяйственных целях водосбор, что является причиной значительного проявления в нем признаков антропогенного эвтрофирования.



Другим изученным озером Новгородской области является *оз. Велье* (рис. 2.37). В результате сооружения глухой плотины на вытекающей из него р. Явонь уровень его воды в 1944 г. был поднят на 3-4 м, а площадь увеличилась до 45 км<sup>2</sup> при средней глубине – 9.4 м. Прозрачность воды озера в течение вегетационного периода колеблется от 0.9 до 3.1 м. Согласно данным Г.С. Шилькрот (1967), содержание кислорода в летний период в поверхностном слое озера составляло 12.24 мг/л (128-129 % насыщения), тогда как в придонных слоях отдельных плесов оно сокращалось до 1.75 мг/л (17.1 %). В конце подледного периода в придонных слоях содержание кислорода в воде не опускалось ниже 1.69-7.32 мг/л (12.0-52.5 %). В то же время содержание общего фосфора на поверхности озера составляло 0.036 мг Р/л, а в гипolimнионе разных плесов оно достигало 0.52-0.072 мг Р/л.



**Рисунок 2.37.** Озеро Велье

Оз. Велье расчленено на несколько обособленных, разделенных мелководьями плесов. Прибрежные заросли занимают около 1 % поверхности его зеркала. В их составе преобладают водяная гречиха, уруть, элодея,

рдесты. Согласно гидрохимическим показателям озеро характеризуется как мезотрофное с проявлением признаков эвтрофирования.

Среди малых озер интерес могут представлять **9 водоемов в пределах Валдайской возвышенности**, подробно изученных в 1962-1964 гг. Институтом озероведения РАН (Озера различных ландшафтов..., ч.1, 1968). В районе исследований были выделены две местности. Для одной из них был характерен холмисто-моренный рельеф, формы которого были сложены валунными суглинками. Для другой - мелкохолмистый и волнистый, сложенный флювиогляциальными гравелистыми песками. Изученные озера представляли собой цепочку, то есть были связаны ручьями и речками. Все озера относились к группе малых озер с площадью 8.7-131 га. Их максимальная глубина изменялась от 1.8 до 10.0 м, средние глубины составляли от 1.2 до 3.5 м. Озера характеризовались низкой степенью открытости (отношения площади озера к средней глубине), в связи с чем, на них не было отмечено интенсивного динамического перемешивания. В большинстве озер в летнее время наблюдалась хорошо выраженная термическая стратификация. Вода исследованных озер характеризовалась как низкоминерализованная, сумма ионов в летний период не превышала 53 мг/л. Содержание гидрокарбонатного иона составляло в основном 11.6-30.3 мг/л, кальция -3.8-10.8 мг/л. Перманганатная окисляемость воды составляла 10-39 мг О /л. Величины рН в придонных слоях достигали 5.6-6.5, в поверхностных - 6.3-8.7. Прозрачность воды изменялась от 0.6 до 2.5 м. На поверхности в летний период содержание кислорода составляло 7.3- 8.0 мг/л (86-98 % насыщения), и только в одном озере содержание кислорода было высоким - 10.2 мг/л (124 % насыщения). Придонные воды большинства озер были обеднены кислородом (0.2-0.7 мг/л или 10 % насыщения) и обогащены CO<sub>2</sub>.

Изученные озера относились к слабозаращаемым. Макрофитами было занято менее 20 % их площади, в основном они были представлены погруженными видами (доминировала кубышка желтая) и воздушно-водными

(хвощи, тростник и камыш). По составу планктона все озера были сходны между собой. В фитопланктоне преобладали диатомовые или диатомовые в сочетании с сине-зелеными - *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella gracillima*, *Anabaena hassalii*. Только в одном озере было отмечено «цветение» воды, вызванное массовым развитием *Aphanizomenon flos-aquae*. Интенсивность фотосинтеза в озерах составляла 0.26-0.88 мг О/л в сутки.

В зоопланктоне большинства исследованных озер при общем равнозначном развитии основных групп (копеподной, копеподно-клагоцерной, клугоцерной) преобладал копеподно-ротаторный комплекс. Биомасса зоопланктона колебалась в пределах от 0.4 до 15.6 г/м<sup>2</sup>. Бентофауна характеризовалась относительно высокой численностью (от 1000 до 2000 экз./м<sup>2</sup>) и большой биомассой (3-7 г/м<sup>2</sup>). Доминировали либо *Chaoborus*, либо *Chironomus plumosus*. Все исследованные озера по трофическому типу были отнесены к мезотрофным водоемам (Озера различных ландшафтов..., ч.2, 1969).

Среди других малых озер Валдайской возвышенности сотрудниками ГосНИОРХ с целью разработки методов повышения биопродуктивности детально изучалось оз. *Нерецкое*, площадью 70 га, с максимальной глубиной -15 м и средней -9 м (Алферовская и др., 1966). Озеро низкоминерализованное, гидрокарбонатного класса группы кальция. Перманганатная окисляемость озера была такая же, как в других малых озерах Валдайской возвышенности -7.7-9.5 мг О/л. Зарастаемость озера не превышала 12 % площади зеркала. Видовой состав фитопланктона был непостоянный. В разные годы преобладали диатомовые, пиррофитовые или сине-зеленые. Средняя биомасса водорослей колебалась от 0.17 до 0.38 г/м<sup>3</sup>. Биомасса зоопланктона в эпилимнионе в разные годы составляла от 1.33 до 3.3 г/м<sup>3</sup>.

Все описанные примеры свидетельствуют о меньшей минерализации водоемов Новгородской и Тверской областей в сравнении с водоемами юго-запада Ленинградской и Псковской области. Кроме того, обращает на себя внимание, что еще в первой половине XX

в. для Валдайской возвышенности было характерно наличие значительного количества олиготрофных водоемов. Многие исследованные озера превратились в мезотрофные (эвтрофные) в результате антропогенного, а не естественного эвтрофирования. Хотя и здесь на сегодняшний день необходимо признать абсолютное преобладание мезо- и эвтрофных озер.

В озерах Новгородской и Тверской области насчитывается более 40 видов рыб. Озера в основном заселены снетком, карасем, ряпушкой, окунем, плотвой, лещом, язем, ершом, густерой, уклейей, судаком, щукой, налимом. Основными рыбопромысловыми водоемами являются большие озера и, прежде всего, оз. Ильмень. Среди других озер рыбохозяйственное значение имеют в основном наиболее крупные озера, такие как Селигер, Велье, Пирос, Шлино, Великое, Меглино, Верестово, Кафтино, Тубос, Удомля. На оз. Селигер ведутся работы по акклиматизации угря, пеляди, карпа. До 2008 г. осуществлялся промышленный лов на озере Валдайское, затем он был прекращен, так как озеро расположено на территории Валдайского национального парка.

Большинство малых озер Новгородской и Тверской области относятся к группе высококормных водоемов мезотрофного и эвтрофного типов. Однако присутствуют и малокормные озера, примером которых могут служить озеро Оршинско-Петровское и другие водоемы, расположенные среди болот и торфяников. Преобладающее количество озер по ихтиофауне окунево-плотвичные (около 60 %), лещевые, сиговые, судачьи. В большинстве своем малые озера заселены малоценными видами рыб – плотвой, густерой, окунем, ершом, уклей, и их рыбохозяйственное освоение в настоящее время недостаточно и признано нерациональным.

Как и большинство мелководных озер Юго-Западной части подрегиона, озера Новгородской и Тверской области характеризуются значительными запасами сапропелевых илов. Только в районе Селигера его запасы определяются в 4.5 млн. тонн. В озерах Пехово и

Вясно (Осташковский район) мощность отложений сапропеля составляет от 9 до 17 м.

К Юго-Западному подрегиону относится и сравнительно небольшая северо-западная часть *Смоленской области*, оказавшаяся затронутой последним (валдайским) четвертичным оледенением. Большинство ледниковых озер сконцентрированы здесь среди моренных холмов, ледниковых равнин и озовых гряд так называемого Смоленского (Западно-Двинском) поозерья. Они расположены группами и в большинстве своем приурочены к краевым образованиям ледника. Почти все эти озера относятся к бассейну р. Западная Двина. Поозерские озера принадлежат к нескольким обособленным группам: Микулинской (Руднянский район), Пржевальской (Демидовский район), Чеплинской (Велижский район), Пречистенской (Духовщинский район), Акатовской или Холмско-Преображенской (Демидовский, Духовщинский районы) и Смоленской. Наиболее крупной является Пржевальская озерная группа, в состав которой входят около двух десятков водоемов с общей площадью почти 13 км<sup>2</sup> (Сапшо, Рытое, Баклановское, Дго, Лошамье, Чистик, Лососно и др.). Располагаются озера в понижениях холмисто-грядового рельефа, осложненного песчаными озовыми грядами и камовыми холмами Слободской возвышенности. За редким исключением ледниковые озера сравнительно крупные и нередко глубокие (15—20 м), среди них - оз. Дивное (максимальная глубина более 25 м), оз. Рытое (20.4 м), Чистик (19.4 м), Петровское (16.4 м), Дго (16 м), Сапшо (15.6 м). В их облике прослеживается хорошо выраженная сохранность котловины, зарастание обычно незначительно.

Среди основных промысловых рыб области: лещ, плотва, судак, окунь, жерех, окунь, карась, густера, щука, также в ряде озер. Водится красноперка, лещ, язь, налим, линь, и др.

В отдельный район следует выделить и самый *западный подрегион, полуэкслав – Калининградскую область*, расположенную в Центральной Европе и не имеющую общей

сухопутной границы с основной территорией Российской Федерации. Калининградская область, находившаяся в период последнего четвертичного (валдайского) оледенения на периферии ледника, отличается большим количеством озер, прежде всего ледниково-эрозионного происхождения. Многие озера образовались здесь во время южно-литовской фазы померанской стадии валдайского оледенения под действием флювиогляциальных потоков и ледниковой экзарации. Такие озера наиболее типичны для юго-востока области, среди наиболее крупных: Виштынецкое, Красное, Мариново, Камышовое, Дорожное, Чистое, Плавни, Утиное, Рыбное, Лесистое, Степное, Линево. Почти все они располагаются в понижениях между моренными грядами. Такие озера обычно имеют обрывистые берега, дно многих из них покрыто мощным слоем ила, прибрежная зона занята высшей водной растительностью, прозрачность обычно от 0.6 до 2 м; некоторые озера существенно заболачиваются (Боровиково, Лесистое, Безымянное). Наряду с озерами ледникового происхождения, в области довольно много старичных озер, они расположены близ русла р. Преголи (среди наиболее крупных - Воронье, Пустое) и р. Неман. Это оставленные рекой участки русел, узкие и длинные, зарастающие камышом и тростником, часто соединенные с основным руслом протоками.

Почти все озера области относятся к категории малых и относительно неглубоких (до 10 м). Лишь самое крупное – оз. Виштынецкое, расположенное на востоке области, на границе с Литвой имеет глубину 54 м. Вода большинства озер среднеминерализованная (100-180 мг/л) гидрокарбонатного класса группы кальция со значительной долей магния, реакция среды от слабокислой до нейтральной (рН от 5.4 до 7.4, преобладает 7 - 7.4). В большинстве водоемов из-за мелководности происходит полное перемещение водных масс, чем объясняется равномерное распределение химических элементов по всей толще. Летом кислородный режим чаще всего благоприятный, зимой содержание кислорода резко снижается. По содержанию биогенного веществ

тва озера от олиго- мезотрофных до эвтрофных. Концентрации фосфора варьируют в значительных пределах от единиц до сотен мкг/л. Согласно данным В.В. Орленок и др. (2000), среднегодовые показатели биомассы зоопланктона для исследованных озер изменялись в пределах 0.3-5.2 мг/л, а зообентоса – в пределах 4-40 г/м<sup>3</sup>.

Несмотря на то, что многие водоемы области расположены непосредственно у селений и хозяйственных построек (Плавни, Боровиково, Лесистое, Рыбное, Утиное), угрожающего загрязнения (с рыбохозяйственной точки зрения) не обнаружено. Среди озер Виштынецкой группы только озеро Лесистое загрязняется сточными водами животноводческой фермы, в результате чего в середине 1960-х здесь наблюдались заморы рыбы.

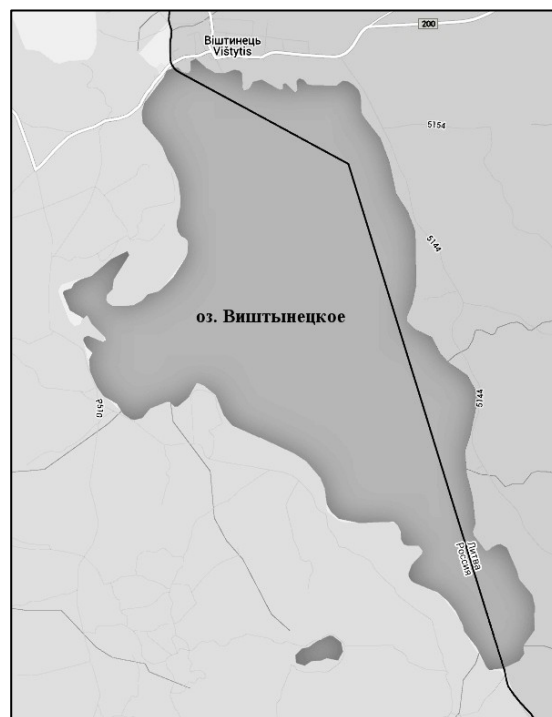
В области много искусственных водоемов, прежде всего прудов и водохранилищ; многие из них, несмотря на происхождение, принято называть озерами.

Многие озера Калининградской области со временем лишились стока и теперь быстро заболачиваются и зарастают. Многие существовавшие ранее озера к настоящему времени уже полностью заросли или превратилась в болота. Кроме того, со временем исчезло и большое количество искусственных водоемов, прежде всего прудов. Часть исчезнувших водоемов перешло под сельскохозяйственные земли.

**Озеро Виштынецкое** – самый крупный и наиболее изученный пресноводный водоем Калининградской области (рис. 2.38). Площадь его зеркала составляет 16.6 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 54 м, объем воды порядка 0.27 км<sup>3</sup>. Озеро ледникового типа образовалось под действием флювиогляциальных потоков ледниковой экзарации и термокарстовых явлений во время южно-литовской фазы померанской стадии валдайского оледенения. Возраст его почти на 10 тысяч лет старше возраста Балтийского моря и составляет около 22-25 тыс. лет. Озеро расположено в зоне конечных краевых моренных гряд.

Около четырех месяцев в году озеро бывает

покрыто льдом. Продолжительность ледостава и толщина льда зависят от суровости зим и погодных условий каждого конкретного года. Вода в озере отличается довольно высокой для малых водоемов прозрачностью, особенно в Северной котловине, составляющей 6-8 м. В вегетационный период, во время интенсивного цветения водорослей, а также по направлению к берегам эта величина заметно снижается, падая до 1 м и менее в бухте Тихой. Цвет воды летом в открытой части озера обычно зеленоватый - зеленовато-бурый.



**Рисунок 2.38.** Озеро Виштынецкое

Согласно данным В.В. Орленок и др. (2000), вода оз. Виштынецкого среднеминерализованная (190-270 мг/л), гидрокарбонатного класса группы кальция. Насыщение воды кислородом в эпилимнионе в течение всего года близко к 100 %. Даже в разгар фотосинтеза относительное содержание кислорода обычно не превышает 105-110 %. В гиполимнионе количество кислорода в летний период резко снижено, кислородные условия, кроме того, тесно связаны с характером прогрева вод. Так, в особенно жаркие периоды концентрация кислорода в водах озера заметно падает. Распределение и сезонные изменения количества углекислого газа, в целом, обратны кислороду. Углекислый газ при интенсивном

фотосинтезе в эпилимнионе обычно не обнаруживается. Однако в слое скачка его концентрация с глубиной увеличивается, достигая максимума в придонных слоях гипolimниона. Величина перманганатной окисляемости по классификации О.А. Алекина оценивается как малая. Несколько повышена она в наиболее загрязненной бухте Тихой, особенно в той ее части, которая получила название Утинового залива, что согласуется со степенью его антропогенного эвтрофирования и состоянием дна. Здесь величина окисляемости иногда попадает даже в класс «средняя». Однако уже на выходе из залива содержание органических веществ обычно снижается до фоновых. В открытом озере окисляемость более высокая в его южной части. Концентрация органического вещества в эпилимнионе минимальна, что связано с происходящим здесь активным развитием водорослей, в гипolimнионе, наоборот, происходит его накопление.

По гидрохимическим и гидробиологическим показателям озеро Виштынецкое относится к классу олиготрофных водоемов с некоторыми чертами мезотрофности в прибрежных частях и, особенно, в бухте Тихой.

В разные годы в составе зоопланктона оз. Виштынецкого отмечалось от 30 до 84 видов. В 1977 г. было обнаружено 73 вида, в том числе: простейших - 9, коловраток - 23, кладоцер - 20, копепод - 20, моллюсков - 1. Средняя биомасса зоопланктона изменялась в пределах 0.3-0.5 мг/л. Средняя биомасса зообентоса – от 5.4 до 19 г/м<sup>3</sup> (Шкицкий, 1991).

В озере обитает 22 вида рыб. Наиболее массовыми являются: ряпушка, плотва, сиг, щука, окунь. В озере также встречаются: красноперка, пескарь, колюшка девятииглая, вьюн, лещ, гольян, бычок-подкаменщик, минога ручьевая, елец; редко: карась, густера, шиповка, налим, ерш (Алексеев, Пробатов, 1969 г.).

По мнению В.В. Орленок и др. (2000), анализ состояния зоопланктонных сообществ оз. Виштынецкого за многолетний период в сочетании с гидрохимическими данными позволяет судить о благополучном состоянии всей экосистемы озера. По результатам анализа биоразнообразия гидрофауны (зоопланктона,

зообентоса, ихтиофауны) можно считать, что озеро Виштынецкое находится в стадии экологического прогресса. Вместе с тем следует отметить, что в оз. Виштынецкое поступают в сравнительно небольших количествах бытовые и сельскохозяйственные стоки. Начиная с конца 1980-х - начала 90-х гг. отмечается некоторое загрязнение южной части озера: здесь снижена концентрация кислорода, увеличена перманганатная окисляемость, ХПК. Тем не менее, все основные нормируемые характеристики, кроме ХПК, как правило, не выходят за пределы предельно допустимых концентраций для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения и нужд рыбного хозяйства.

В пресноводных озерах Калининградской области обитает 25 видов рыб, из которых только в Виштынецком – 22, в том числе ряпушка, сиг, угорь, лещ, линь, окунь, плотва, щука, красноперка и др.

### 2.3.5. Большие озера

В пределах северо-западной части Русской плиты (полностью или частично) находится 11 озер с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup>. Самым крупным из них является Ладожское оз. - первое по площади водного зеркала озеро Европы. Около половины его площади расположено на поверхности Русской плиты, а вторая половина – на Балтийском кристаллическом щите. Второе по площади озеро Европы – Онежское большей частью находится на Балтийском щите и лишь своей южной оконечностью заходит на Русскую плиту. Полностью в пределах Русской плиты находятся Чудское, Псковское и Теплое озера (Чудско-Псковского озерного комплекса) и оз. Ильмень. Более подробно об этих крупнейших водоемах Европы будет изложено в главе 2.4. Среди оставшихся больших озер региона, площади которых превышают 100 км<sup>2</sup> – оз. Белое, Воже, Кубенское, Лача и Селигер. Их морфометрические характеристики представлены в табл. 2.9. Большие озера являются одними из наиболее изученных с лимнологической точки зрения водоемов региона. Природные особенности их экосистем и

произошедшие с ними изменения под воздействием антропогенного фактора рассматри-

ваются в данном разделе.

**Таблица 2.9.** Основные морфометрические характеристики больших озер, расположенных на поверхности северо-западной части Русской плиты

Озеро	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Объем водной массы, км <sup>3</sup>	Высота над уровнем моря, м
Ладожское	17 872	230	46.9	848	5.1
Онежское (зарегулировано)	9 720	120	30	292	35
Чудско-Псковское (озерный комплекс)	3 558	15.3	7.1	25.1	30
<i>Чудское</i>	<i>2 613</i>	<i>12.9</i>	<i>8.3</i>	<i>21.8</i>	<i>30</i>
<i>Псковское</i>	<i>709</i>	<i>5.3</i>	<i>3.8</i>	<i>2.7</i>	<i>30</i>
<i>Теплое</i>	<i>236</i>	<i>15.3</i>	<i>2.5</i>	<i>0.6</i>	<i>30</i>
Ильмень	770-2 100	4.25 (до 9.75)	2	1.5-11.6	18
Белое (входит в состав Шекснинского вдхр.)	1 160 (1 284)	12	4.1	5.25	113
Воже	416	5	0.9	0.4	120
Кубенское (зарегулировано)	407 (648)	13	2.5	1.02	110
Лача	334	5.4	1.6	0.54	118
Селигер	212	24	5.8	1.23	205

**Озеро Белое** расположено на западе Вологодской области и на востоке рассматриваемого региона (рис. 2.39). Оно является остаточным водоемом, образовавшимся в период вепсовской стадии отступления ледника после спада вод обширного приледникового водоема, уровень которого был на 30-40 м выше современного. С 1963 г., после строительства плотины на р. Шексна, озеро стало частью Шекснинского водохранилища и вошло в состав Волго-Балтийского водного пути.

Строительство плотины привело к изменению ряда морфометрических показателей водоема. Так, его площадь с 1160 возросла до 1284 км<sup>2</sup>, а средняя глубина - с 2.3 до 4.1 м. При этом объем озера увеличился с 2.8 до 5.2 км<sup>3</sup>. Изменилось и очертание берегов, первоначальные извилистые очертания сгладились, современное озеро имеет овальную форму и

низкие заболоченные берега. Увеличение судоходства привело к повышенному поступлению твердого стока, в основном из р. Ковжа, в результате чего донными отложениями были погребены все каменные гряды на дне озера (Антропогенное влияние..., ч.1, 1981). Гидрохимический состав озерной воды до и после строительства плотины заметных изменений не претерпел.

Озеро пресное, его вода среднеминерализованная (80-150, ср. 120 мг/л) гидрокарбонатного класса группы кальция. Значения рН колеблются в пределах 7.0 – 8.2. Прозрачность составляет в среднем по озеру - 0.8 м, хотя в отдельные годы в центре и ряде прибрежных районов она может достигать 2 – 2.5 м. Содержание кислорода в водной толще обычно не опускается ниже 60-70 % насыщения, при верхнем пределе в вегетационный период - 105-120 %.



**Рисунок 2.39.** Озеро Белое

Замерзает озеро обычно в конце ноября, вскрывается в начале мая. Ветровое перемешивание препятствует возникновению устойчивой температурной стратификации. Обычно температура поверхности воды отличается от температуры придонных слоев не более чем на 1-2°C.

Содержание биогенных элементов изменчиво. Над водосбором озера находится центр пересечения траекторий циклонов, идущих с Северной Атлантики и Средиземного моря, в результате этого для озера характерно возникновение штормов в безледный период, что часто приводит к повышению в воде концентрации биогенных веществ за счет их дополнительного поступления из донных отложений. Согласно данным, приводимым в работе Б.Л. Гусакова, С.П. Агаркова (1981), концентрация общего фосфора при обычной погоде изменяется по акватории озера от 25 до 40 мкг/л, однако во время штормов, в результате взмучивания илового слоя, она может увеличиваться до 150-190 мкг/л. В то же время содержание общего азота, составляющее в среднем 120-670 мкг/л, может достигать 810-1500 мкг/л. Перманганатная окисляемость в период открытой воды изменяется в пределах 8.5-27.6 мг О/л, бихроматная - 23.7-40.5 мг О/л. По трофическому статусу в естественных условиях озеро относилось к мезотрофному типу, хотя в последние десятилетия в результате увеличения внешней биогенной нагрузки, активно проявляются признаки его антропогенного эвтрофирования. Внешняя фосфорная нагрузка на озеро в 1970-х годах составляла 33 мкг P/м<sup>2</sup>год, а к 1990-х годам возросла до 40.

Однако согласно мнению Н.Л. Болотовой (2000), морфометрические особенности водоема способствуют поддержанию его некоторой экологической стабильности.

Благодаря спрямленной береговой линии и отсутствию заливов, в озере слабо развита прибрежная водная растительность, его зарастаемость не превышает 1%. Преобладают виды воздушно-водных растений, однако самым распространенным является горец земноводный, широкое распространение имеют также заросли тростника обыкновенного. Сообщество озерного фитопланктона насчитывает 170 видов, разновидностей и форм водорослей, большинство из которых относятся к диатомовым (56), зеленым (73) и сине-зеленым (13). Диатомовые создают основной фон фитопланктонного сообщества озера, по биомассе они преобладают постоянно с превалированием *Melosira italica*, *M. islandica*, *Stephanodiscus astraea*. Сине-зеленые хотя и доминируют по численности во второй половине лета, в общей биомассе большой роли не играют. Согласно данным исследований Н.В. Думнич и Н.Л. Болотовой (1996 и 2000), в течение вегетационного периода биомасса водорослей колеблется в пределах от 0.47 до 11.5 мг/л и в среднем составляет 2.1. Величины хлорофилла «а» изменяются в широких пределах - от 0.8 до 15.7 мкг/л.

В сообществе озерного зоопланктона насчитывается 89 видов, из которых 46 коловраток, 25 ветвистоусых и 18 веслоногих ракообразных. Средняя биомасса зоопланктона за период исследования (Думнич, Болотова, 1996, 2000) с июня по июль колебалась в пределах 0.6-0.7 мг/л в холодном 1976 г. и 1.7-2.4 мг/л в более теплом 1977 г. Летний зоопланктон характеризовался относительно устойчивыми показателями: преобладанием веслоногих, интенсивным развитием *Mtsocyclops leuckarti* и небольшим количеством ветвистоусых. В последующие годы структура сообщества зоопланктона изменилась, увеличилась доля веслоногих ракообразных. Наряду с уменьшением числа видов, были выявлены виды, которые не отмечались ранее (*Polyarthra vulgaris*, *Bosmina obtusirostris*, *Chydorus ovalis*, *Acroperus harpae*, *Cyclops scutifer*). Был

отмечен сдвиг в сторону преобладания мелких форм, с чем связано снижение биомассы зоопланктона. Средняя биомасса в 1990-е годы составляла 0.68 мг/л по сравнению с 1.0 мг/л в 1970-е годы, что снизило кормовую ценность озера (Думнич, Болотова, 1996, 2000).

Бентофауна озера отличается однообразием и монотонностью, что объясняется малой изрезанностью береговой линии, отсутствием заливов и малой зарастаемостью озера макрофитами. По числу видов и форм, обитающих в озере, преобладают личинки хирономид, по численности, биомассе и встречаемости доминирует *Chironomus plumosus*. Обычны в открытой части озера личинки *Procladius*, *Cryptochironomus*, *Polypedium*. Анализ многолетних изменений биомассы зообентоса свидетельствует, что до образования Шекснинского водохранилища средняя биомасса бентоса была выше, чем в первые годы его существования. В 1950-е годы она составляла 3.8-5 г/м<sup>2</sup>, в первые годы образования водохранилища она снизилась до 1.5-2 г/м<sup>2</sup>, а в 1970-е годы возросла до 4.4-9.5 г/м<sup>2</sup>, что могло быть вызвано антропогенным воздействием.

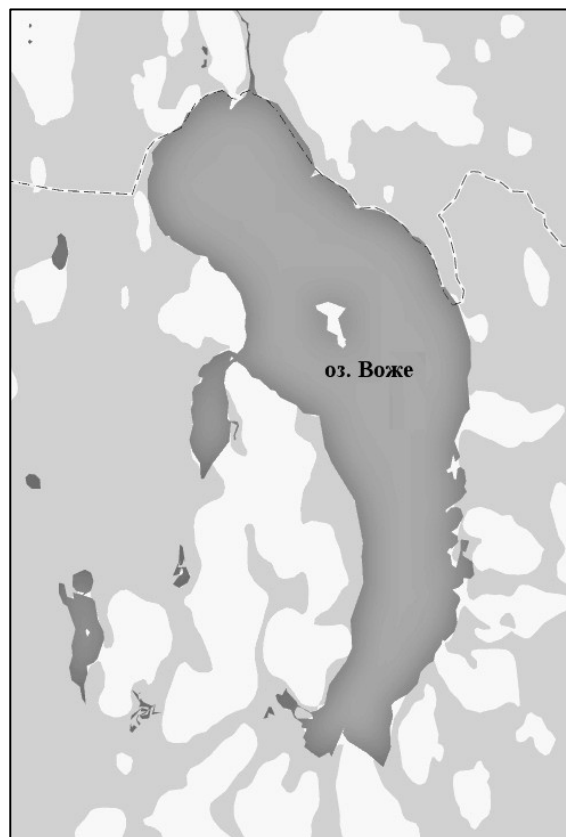
Озеро Белое является типичным сетково-судачьим водоемом. Его ихтиофауна представлена 25 видами, среди которых промысловыми являются: белозерский снеток, судак, лещ, щука, ряпушка, синец, чехонь, плотва, окунь, ерш (Водоватов, Серенко, 1981). Зарегулирование стока и создание Шекснинского водохранилища, а также возрастающее загрязнение водоема и интенсивный селективный промысел привели к определенным изменениям состава рыбного населения, наблюдавшимся на протяжении XX века.

На озере активно проявляются изменения, вызванные антропогенной деятельностью.

В восточной оконечности рассматриваемого региона, на территории Вологодской и Архангельской областей, расположены и три следующих по площади озера – Воже, Кубенское и Лача, образование которых связано с деятельностью последнего оледенения. Все они возникли на месте приледниковых водоемов, образовавшихся при таянии ледника в пределах юго-восточного склона Балтийского

щита. Котловины озера находятся в Воже-Кубенском тектоническом прогибе. Два озера - Воже и Лача соединены между собой рекой Свидь. При значительных площадях водного зеркала все озера характеризуются мелководностью.

**Оз. Воже (рис. 2.40)** расположено на границе Вологодской и Архангельской области, принадлежит к бассейну р. Онеги. Его котловина плоская, сильно заболоченная, с низкими берегами, имеет овальную форму, вытянутую с юга на север. Глубины распределены довольно равномерно, наиболее глубокая часть расположена между западным берегом и о-вом Спасским. Питание озера смешанное, с преобладанием снегового. Уровневый режим находится в зависимости от режима впадающих в него рек. Озеро замерзает обычно в конце октября – начале ноября, вскрывается в апреле. В теплый сезон его вода хорошо прогревается по всей толще.



**Рисунок 2.40.** Озеро Воже

Главная роль в формировании химического состава воды оз. Воже принадлежит речному стоку, дающему 88 % приходной части



баланса, в первую очередь рекам Модлона и Вожега. Воды оз. Воже среднеминерализованные, гидрокарбонатного класса группы кальция. Интенсивность водообмена озера определяет значительную внутригодовую амплитуду колебаний минерализации его воды - от 85-100 мг/л весной до 196-308 мг/л в зимний период. Особенностью озера является возрастание доли сульфатов в анионном составе воды при увеличении ее минерализации (Гидрология озер Воже и Лача, 1979). Переход в сульфатный класс наблюдается в конце летне-осеннего периода маловодных лет, что обусловлено повышением в этот период в питании озера роли подземных вод, залегающих среди пермских отложений и имеющих гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатный состав.

Вода озера мутная. Цветность высокая, что вызвано значительной заболоченностью водосбора. В воде преобладает окрашенный водный гумус почвенного и болотного происхождения, который устойчив к окислению. В озере присутствует высокое содержание органического вещества, разложение которого нарушает его газовый режим и снижает концентрацию кислорода, расходуемого на окисление. В силу мелководности водоема, в период открытой воды его водная толща обычно обогащена кислородом, однако в зимние месяцы содержание кислорода может существенно падать, особенно в южной части, куда поступает наибольшее количество гумусовых веществ (Озера Воже и Лача, 1975). В последние годы, в связи с антропогенным эвтрофированием, в озерной воде наблюдается повышенное содержание биогенных веществ, прежде всего фосфора и азота. В зимние месяцы в озере периодически возникает дефицит кислорода, приводящий к заморным явлениям.

Согласно публикации И.М. Распопов (1978), в озере выявлено 38 видов высших водных растений, среди которых преобладают воздушно-водные, прежде всего – тростник обыкновенный и камыш озерный. Значительное распространение имеют и растения с плавающими листьями, что связано с подверженностью озера интенсивному волнению.

Среди плавающих растений многочисленна кубышка желтая, а среди погруженных – уруть и рдесты. В центральной части озера широкое распространение получил рдест блестящий. Заращаемость водоема достигает 18 %.

В фитопланктоне отмечено 276 таксонов водорослей рангом ниже рода. Основу фитопланктонного комплекса составляют диатомовые (доминируют *Melosira*, *Cyclotella*, *Aulacoseira ambigua*), зеленые (*Scenedesmus*), криптофитовые водоросли и сине-зеленые (*Anabaena*, *Oscillatoria*, *Planktolyngbya*). Наибольшее разнообразие отмечено среди диатомовых. Сине-зеленые доминируют в летний период, когда, с июля по август, на озере наблюдается цветение воды. Биомасса фитопланктона составляет в среднем 1.3-4.9 мг/л, однако в периоды цветения превышает 20 мг/л. По величине продукции озеро относят к мезотрофному типу.

Сообщество зоопланктона представлено 53 видами, среди которых преобладают ветвистоусые (*Sida crystallina*) и веслоногие (*Mesocyclops leuckartii*) ракообразные, а также коловратки (*Kellicotia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., *Trichocerca* sp.). Донная фауна относительно бедная, ее значительное видовое разнообразие наблюдается в зоне зарослей и северной части озера. Малым разнообразием отличается южная часть водоема, занятая темными восстановленными илами. Всего в озере обнаружено 148 видов и форм донных беспозвоночных, относящихся к 16 систематическим группам. Преобладающей группой являются личинки хирономид, отмечены представители олигохет (*Limnodrilus hoffmeiseri*, *Glyptotendipes* gr. *griepkoveni*) и моллюсков (Гидробиология озер Воже и Лача, 1978).

В ихтиоценозе насчитывается 18 видов рыб, принадлежащих трем фаунистическим комплексам: понто-каспийскому (лещ, укля, густера), пресноводному арктическому (сиг, ряпушка, хариус, снеток, налим, колюшка) и равнинному бореальному (окунь, плотва, ерш, щука, язь, елец, голянь, голец, пескарь). В настоящее время рыбы арктического комплекса испытывают угнетение: сиг встречается

единично, ряпушка малочисленна, снеток появляется не ежегодно. Наблюдаемый на озере дефицит кислорода ограничивает распространение большинства видов рыб по его акватории и определяет концентрацию в северной части чувствительных к нему видов - снетка, ряпушки, сига, налима и судака.

Озеро Воже испытывает существенный антропогенный пресс. По показателям видового разнообразия и средним значениям индекса сапробности оно относится к умеренно загрязненным водоемам с выраженными полисапробными зонами за счет развития индикаторных видов. С каждым годом озеро мелеет. Значительное количество органических веществ болотного и почвенного происхождения приносится в озеро реками с обширных болотных массивов его водосбора. В последние годы усилилось антропогенное эвтрофирование озера. Наряду с дополнительным поступлением биогенов, озеро страдает и от поступления токсических загрязнителей.

**Оз. Лача (Лаче)** (рис. 2.41) расположено на юго-западе Архангельской области и соединено с озером Воже рекой Свидь, протяженность которой составляет 64 км. Из северного конца озера вытекает р. Онега, несущая воды в Онежскую Губу Белого моря. Питание озера смешанное, с преобладанием снегового. Годовая амплитуда уровней изменяется от 0.8 до 2.7 м. Весной оз. Лача сильно разливается, затопляя прибрежную местность на северо-восточной стороне на расстояние до 500—600 м, а на западе — до 800 м. При этом уровень воды в нем поднимается над средним годовым на 2 м и более. В отдельные годы во время интенсивных дождей летние уровни могут превышать уровень весеннего половодья. Величина стока воды из озера очень сильно колеблется. В многоводные годы весной сток воды из озера в р. Онега иногда становится незарегулированным, и вода проходит через переполненное озеро не задерживаясь, как по речному разливу.

Озеро вытянуто в меридиональном направлении и по форме напоминает слегка изогнутый к востоку эллипс. В озере имеются

мели, одна из которых пересекает его с севера на юг, почти выходя на поверхность. Из-за мелководности и значительных размеров оз. Лача доступно ветровому перемешиванию, вследствие чего водная масса почти постоянно имеет одинаковую температуру, как по глубине, так и по акватории. При наличии даже незначительного волнения содержание кислорода по всей водной толще выравнивается. Абсолютное содержание кислорода в летне-осенний период находится в пределах от 7.5-9.0 до 12.3-12.8 мг/л. Зимой содержание кислорода снижается до 5-10 мг/л (37-73 %), а в более глубоких впадинах даже до 0.28 мг/л (1.6 %) (Гусаков, Расплетина, 1975).



**Рисунок 2.41.** Озеро Лача

Вода озера среднеминерализованная, по ионному составу она принадлежит к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, но отличается повышенным содержанием сульфатов. К концу летней межени величины общей минерализации составляют 140-180 мг/л (в маловодные годы 200-220 мг/л).

Максимальных величин минерализация воды достигает в зимнюю межень - 270-280 мг/л, в маловодные годы она может подниматься до 400-500 мг/л (Гидрология озер..., 1979). Из-за значительной заболоченности водосбора озеро богато растворимым органическим веществом, в основном аллохтонного происхождения. Цветность высокая, перманганатная окисляемость - 10.3-17.6 мг О/л. В последние годы, в связи с антропогенным эвтрофированием, наблюдается повышенное содержание биогенных веществ, прежде всего фосфора.

Почти вся прибрежная зона озера покрыта зарослями макрофитов, занимающими около половины его акватории. В озере выявлено 53 вида растений, среди которых преобладают погруженные, прежде всего - уруть и рдесты. Среди воздушно-водных растений наиболее многочисленны камыш озерный и тростник обыкновенный, среди растений с плавающими листьями - ряска и кубышка желтая. Заросли макрофитов протягиваются на значительное расстояние от берега, иногда проникая даже в центральную часть водоема.

Основу фитопланктонного комплекса озера составляют диатомовые (доминируют *Melosira*, *Cyclotella*, *Aulacoseira ambigua*), зеленые (*Scenedesmus*), криптофитовые водоросли и сине-зеленые (*Anabaena*, *Oscillatoria*, *Planctolyngbya*). Сине-зеленые доминируют в летний период, когда на озере наблюдается цветение воды. Согласно «Гидробиология озер Воже и Лача» (1978), средняя биомасса фитопланктона озера летом составляет 1.9-5.7 мг/л, максимальная - 3.5-8.2 мг/л, содержание хлорофилла «а» изменяется в пределах -1.4-6.1 мкг/л. По трофическому уровню оз. Лача отнесено к мезотрофному типу.

Сообщество зоопланктона представлено обычными для северо-запада видами ветвистоусых (*Sida crystallina*) и веслоногих (*Mesocyclops leuckartii*) ракообразных, а также коловратками (*Kellicotia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., *Trichocerca* sp.). Средняя биомасса зоопланктона летом колеблется от 1.0 до 1.5 г/м<sup>3</sup>. Зообентос разнообразен, что обусловлено высокой степенью зарастания озера. В его центральной части, занятой

илами, хирономиды являются доминирующей группой организмов. В периоды их вылета значительную роль начинают играть олигохеты и моллюски. Согласно «Гидробиология озер Воже и Лача» (1978), средняя биомасса зообентоса на илах составляет 8.3 г/м<sup>2</sup> (изменяясь от 3.5 до 18.9 г/м<sup>2</sup>). В зарослях макрофитов на илистом грунте биомасса донной фауны может достигать 38 г/м<sup>2</sup>, главным образом за счет моллюсков. Такие высокие величины обилия донной фауны позволяют отнести озеро Лача к эвтрофным водоемам.

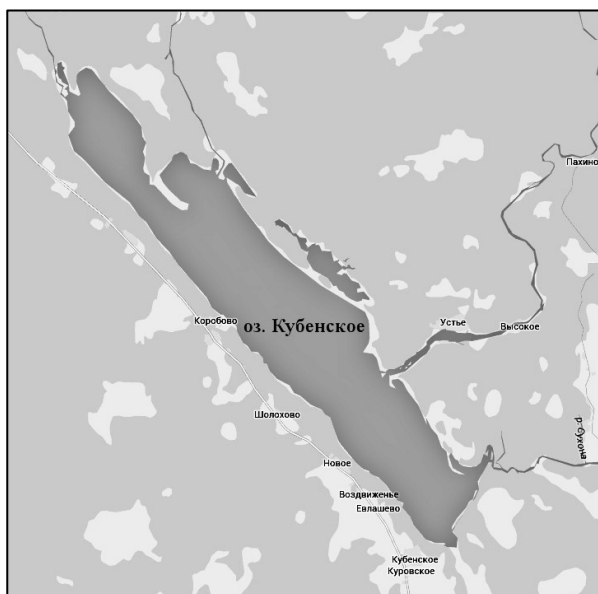
Оз. Лача является самым крупным по площади рыбопромысловым водоемом Архангельской области. Основными промысловыми видами являются лещ, язь, плотва, окунь, ерш, щука, налим. В небольших количествах вылавливаются густера, сиг, ряпушка, снеток, уклея.

В последние десятилетия озеро испытывает на себе значительное антропогенное эвтрофирование. Юго-западную часть акватории озера занимает Лачский заказник.

**Оз. Кубенское** расположено в центральной части Вологодской области и принадлежит бассейну р. Северная Двина (рис. 2.42). Озеро вытянуто с северо-запада на юго-восток. Его питание смешанное, с преобладанием снегового. Уровневый режим в значительной степени находится в зависимости от режима впадающих в него рек. Водный баланс более чем на 90 % формируется за счет речного стока. Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды в озере достигает 6 м, внутригодовая – 3-4 м. Минимальные уровни наблюдаются в период зимней межени (март). С середины апреля, за счет поступления талых вод с водосбора, начинается весенний подъем уровня, максимум которого приходится, как правило, на май. Озеро сильно разливается, затопливая низкую местность на многие сотни метров вокруг. К лету уровень падает.

Естественный уровневый режим озера был нарушен плотиной «Знаменитая», построенной еще в 1834 г. в 7,5 км от истока р. Сухоны для поддержания судоходных глубин на реке в летнюю межень. Регулирование уровня плотиной превращает озеро на все лето в водохранилище, и его режим в течение

навигационного периода определяется в основном попусками воды. Только с осени до весны Кубенское озеро живет обычной озерной жизнью. На зиму основание плотины опускается на дно, и находится в таком положении до окончания паводка на р. Сухона. Такое техническое решение вызвано тем, что во время паводка р. Сухона на участке от устья р. Вологды до Кубенского озера течет вспять (меняет направление течения) из-за сильного подпора паводковых вод ниже Устья-Вологодского.



**Рисунок 2.42.** Озеро Кубенское

Согласно данным «Озеро Кубенское», части 1-3. (1977), воды озера среднеминерализованные, и относятся по ионному составу к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Минерализация как по площади, так и во времени, изменяется в широких пределах – от 80 до 438 мг/л. Максимальных значений она достигает в конце зимней межени (309-438 мг/л). Средняя многолетняя величина минерализации составляет 161 мг/л. Когда ветровое перемешивание охватывает всю толщу воды, разница в минерализации по вертикали не наблюдается. Общая жесткость воды в среднем равна 2 мг-экв/л. Значения pH варьируют от 6.9 до 8.4. Абсолютное содержание растворенного кислорода в период открытой воды изменяется от 7.9 до 13.8 мг/л на поверхности и от 6.3 до 13.0 мг/л в придонном горизонте. Минимальное количество кислорода

отмечается зимой, когда его содержание не превышает 32 % насыщения, а в отдельных районах снижается до предзаморного состояния (6 % насыщения). Периодически дефицит наблюдается во всей водной толще. Озеро Кубенское относится к категории мезотрофных водоемов. Благодаря мелководности и высокой проточности оно обладает малой гидрохимической инерцией.

Озеро значительно гумифицировано и его можно отнести к группе мезогумозных водоемов. Сезонные колебания общего фосфора в воде незначительны, однако существенны по вертикали, в поверхностном горизонте они находятся в пределах 31-59 мкг/л, а в придонном могут возрастать до 190 мкг/л.

В озере выявлено 75 видов высших водных растений. Широкое распространение имеют ассоциации, состоящие из горца земноводного и группировок рдестов пронзеннолистного и блестящего. Тростниковые группировки не образуют сплошной полосы вдоль берега озера, а создают массивы в приустьевых участках. Общее покрытие макрофитами составляет около 30 %. Фитопланктон озера представлен 302 видами водорослей, среди которых преобладают диатомовые (*Asterionella formosa*, *Melosira ambigua*, *M. italica*, *M. granulata*, *Tabellaria fenestrata* и *Diatoma elongatum*) и сине-зеленые (*Anabaena*, *Microcystis pulveres*, *Aphanothece clathrata*, *Aphanizomenon flos-aquae*). Реже отмечены виды пиррофитовых, зеленых и золотистых водорослей. По составу и уровню количественного развития фитопланктона оз. Кубенское относится к водоемам мезотрофного типа (Озеро Кубенское, ч.2, 1977).

В зоопланктоне насчитывается 152 вида, преобладают ветвистоусые (*Liptodora kindtii*) и веслоногие (*Mesocyclops leuckartii*) ракообразные, а также коловратки (*Kellicotia longispina*). На загрязненных участках многочисленны *Codonella cratera* и *Tintinnidium pusillum*. В условиях мелководности озера определяющим абиотическим фактором формирования зоопланктона является жесткий ветровой и неустойчивый температурный режим. По уровню развития и структуре зоопланктона озеро

можно рассматривать как переходное к эвтрофной стадии. (Думнич, Болотова, 1996, 2000). Зообентос представлен 140 видами, преобладают хирономиды, моллюски и олигохеты. Благодаря разнообразию грунтов, широкому распространению зарослей по дну озера, благоприятному кислородному режиму и хорошей прогреваемости всей водной толщи, зообентос очень разнообразен по систематическому составу. Всего в озере отмечено 245 таксонов, наибольшее число которых приходится на долю хирономид (59), моллюсков (47) и олигохет (34). По величине средневзвешенной летней биомассы бентоса оз. Кубенское относится к мезотрофным водоемам.

Озеро Кубенское и его притоки насчитывают 19 видов рыб, среди которых – нельма, сиг, снеток, лещ, щука, угорь, уклейка, густера, карась, пескарь, язь, елец, голавль, чехонь, плотва, жерех, налим, окунь, ёрш, судак. С 1970 г озеро находится в стадии перехода из лещевого в окунево-плотвичный водоем (Озеро Кубенское, ч. 3.1977). Одним из факторов ухудшения условий среды обитания рыб в озере являются изменения уровня воды.

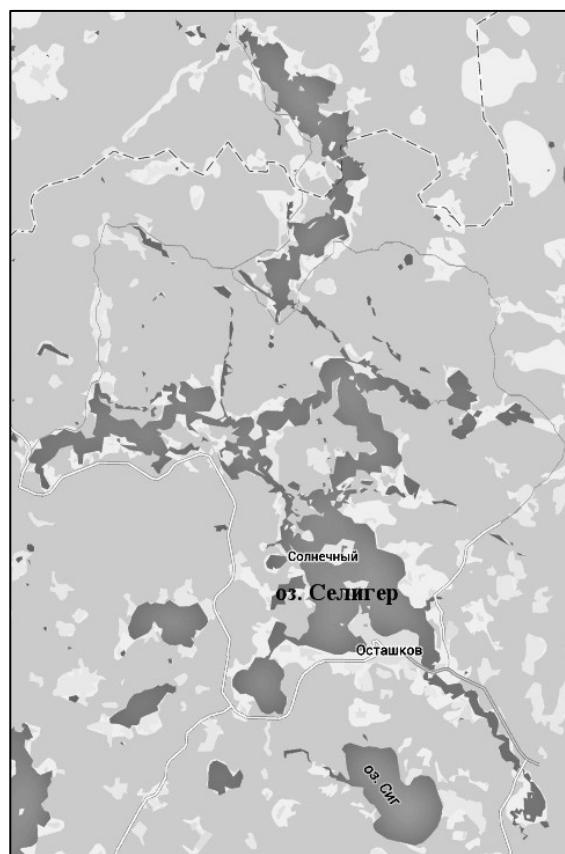
Вода озера используется как резервный источник для водоснабжения г. Вологды в случаях низкого уровня на реке Вологда. В маловодный период до 90 % воды, поступающей в водопроводную систему города, берется из Кубенского озера.

Кубенское озеро год от года мелеет. Его юго-западная сторона отошла от крутого коренного берега примерно на 2 км, а северо-восточная, где склон пологий, — на 10—16 км. О прежних уровнях воды в Кубенском озере напоминают лишь сохранившиеся местами прирусловые валы и террасы.

Постоянно возрастает антропогенная нагрузка на озеро. В первую очередь она связана с рыболовством, судоходством, а также сельскохозяйственными, промышленными и хозяйственно-бытовыми загрязнениями. На водосборе озера и в непосредственной от него близости расположены многочисленные объекты-загрязнители (населенные пункты, более 180 ферм, 2 свинокомплекса, предприятия разного профиля), создающие проблемы

по сохранению качества воды. Сработки воды через плотину на р. Сухоне в период судоходства определяют значительное уменьшение уровня воды.

**Оз. Селигер (Осташковское)** - это система озер, связанных между собой короткими узкими протоками, расположенная на Валдайской возвышенности, на границе Тверской и Новгородской областей (рис. 2.43). На Селигере насчитывается 24 плеса, самые большие — Полновский, Осташковский, Кравотынский, Селижаровский, Троицкий, Сосницкий, Нижнекотицкий и Березовский. Отдельные части озера носят самостоятельные названия: озера Вяско, Величко, Серемо, Глубокое, Долгое, Святое, Сватица и др.



**Рисунок 2.43.** Озеро Селигер

Озеро ледникового происхождения, расположено в понижении между оставшимися в наследие от последнего валдайского оледенения мореными грядами. Самым обширным и глубоким из плесов озера является расположенный в северной части озерной системы Полновский плес. Его северный конец относительно неглубокий (до 5 м), тогда как

посреди плеса глубина достигает 23 м - это наиболее широкая и глубокая часть озера. За Полновским начинается Сосницкий плес, состоящий из двух примерно равных частей, глубины плеса до 10-15 м. Оз. Хресное подразделяется на три части - Крейское, Среднее и Владычное, все они небольшие и неглубокие (до 7 м). Оз. Серемо (называющееся Ломским плесом) лежит среди песчаных холмов, узкий Боярский межток в его южной части ведет в оз. Глубокое или Лежневский плес. Плес состоит как бы из двух частей - Мельного озера и собственно Глубокого. У Лежнево за небольшой протокой находится последнее из восточных озер - Березовское.

Волховщинский плес представляет собой продолжение в широтном направлении восточных озер и оз. Хресного. Его глубины в центральной части достигают 15-17 м. В юго-западном конце плес замыкается большим полуостровом. Между материком и о-вом Хачином находится узкий межток с быстрым течением, ведущий в следующий плес - Троицкий, вытянувшийся с северо-запада на юго-восток. Наибольшие глубины (ок. 10 м) находятся в его северной части, где на запад поворачивает широкий извилистый Елецкий пролив, разливающийся прежде, чем перейти в Березовский плес. Почти в самом начале Елецкого пролива, на севере от него поворачивают узкие вытянутые озера Святое (глубины до 21 м), Долгое и Черное.

Вода озера Селигер пресная, слабоминерализованная. Прозрачность доходит местами до 5 м. Из водных растений многочисленны кубышка и кубышка, ирис, белокрыльник, рогоз. Вдоль берегов простираются густые заросли тростника обыкновенного. В составе летнего фитопланктона преобладают диатомовые и зеленые водоросли, субдоминантные формы представлены сине-зелеными водорослями и динофлагеллятами. В наиболее загрязненных частях озера доля сине-зеленых заметно возрастает. Среди зоопланктона преобладают ракообразные, коловратки и простейшие (Косов, Косова, 2001). В озере водится почти 30 видов рыб: лещ, окунь, щука, судак, плотва, снеток, карась, налим, язь, угорь. В р. Щебериха водится форель, а в Крапивенке —

хариус.

Результаты изучения биоты и анализ рядов гидрохимических и гидрофизических характеристик свидетельствуют о существенных изменениях в экосистеме оз. Селигер на протяжении XX в., приведших к обеднению флоры, увеличению доли зеленых и сине-зеленых водорослей в составе фитопланктона. Загрязнение водной среды и изменение гидрохимического режима выразились в увеличении содержания в озерных водах хлоридов, сульфатов, железа, органических соединений и других веществ. Отмечены также явления стагнации: возросло поглощение кислорода в глубинных слоях водоема и расширилась область кислородного дефицита, появились сероводород, аммиак и другие восстановленные соединения. Все это свидетельствовало о тенденциях роста эвтрофирования озера. Однако процесс эвтрофирования развивался неравномерно в различных плесах, что связано как с физико-географическими особенностями водоема, так и с различием антропогенной нагрузки. Наиболее ярко признаки эвтрофирования проявились в западной части Городского (Осташковского) плеса, подверженной влиянию сбросных вод предприятий г. Осташкова. Менее подверженными эвтрофированию оказались Кравотынский, Березовский и Сосницкий плесы (Структура и функционирование..., 2004).

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

Рассматриваемый регион, занимающий северо-западную часть Русской плиты, характеризуется относительно высокой заселенностью и обладает значительной промышленной базой с развитым машиностроением, топливно-энергетическим комплексом (добычей угля, сланцев, производством электроэнергии), заготовкой и переработкой древесины, пищевой и легкой промышленностью, судостроением, производством строительных материалов, рыболовством и рыбопереработкой, электроэнергетикой.

В северной части региона основные пред-

приятия, оказывающие влияние на водные ресурсы, сконцентрированы близ Архангельска, в устье р. Северная Двина (Архангельский ЦБК, Соломбальский целлюлозно-бумажный комбинат), ПО «Севмаш»), и не имеют значительного воздействия на озерные воды. Большее влияние на качество озерной воды имеют стоки небольших производств.

В восточной части региона большинство сбрасывающих стоки в водные объекты предприятий находится в г. Череповец (прежде всего - ОАО «Северсталь»). Стоки Череповца попадают, преимущественно, в Рыбинское водохранилище. Кроме того, и аэротехногенное загрязнение с предприятий Череповца благодаря господствующему западному переносу в основном уходит за пределы региона, на восток Вологодской области, однако частично оно все же остается в регионе. В восточной части региона значение имеют также концентрированные стоки Белоручейского рудоуправления ОАО «Северсталь», расположенного в Вытегорском районе, а также стоки «Сясьского ЦБК» г. Сясьстрой и ООО «Производственное объединение «Киришинефтеоргсинтез» в г. Кириши. Доля последнего составляет около 40 % в общем объеме загрязненных сточных вод Ленинградской области.

Среди основных предприятий, оказывающих негативное влияние на озерные ресурсы в юго-западной части региона – ОАО «Акрон» (Новгород), ОАО «Никольский рыбоперерабатывающий завод имени В.П. Врасского» Демянского района, а также ряд небольших предприятий. На долю ОАО «Акрон» приходится более 50 % всех загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты Новгородской области.

В Калининградской области основным загрязнителем водных объектов является ГУП «Калининградский янтарный комбинат» в пос. Янтарный на побережье Балтийского моря. Основное промышленное загрязнение с небольших предприятий области поступает в реки, опасного загрязнения озерных вод токсикантами не обнаружено.

Необходимо отметить, что загрязнение, производимое промышленными центрами, больше

всего сказывается на крупнейших озерах региона, тогда как промышленное загрязнение малых и средних озер, за редким исключением, существенно ниже. Воды ряда больших озер (раздел 2.3.5) квалифицируются как сильно загрязненные. Так, в последние годы воды оз. Белого у д. Киснема и г. Белозерск характеризуются 3 классом качества, разряда А, загрязненные (Государственный доклад..., 2009-2014). Наряду с увеличением трофического уровня оз. Белого, антропогенная нагрузка, связанная с активным судоходством в летний период по Волго-Балтийскому водному пути, привела к возникновению на озере зоны с повышенным содержанием нефтепродуктов, приуроченной к судоходной трассе. Как загрязненная квалифицируется и вода оз. Кубенское (д. Коробово) - 3 класса загрязнения, разряда Б, очень загрязненная (раздел 2.3.4). Озеро судоходно (его глубина на фарватере – 4.5 м), оно входит сразу в две водные системы — Северо-Двинскую и Волго-Балтийскую. Вода оз. Ильмень 3 класса загрязнения, разряда Б, очень загрязненная, а оз. Псковского (в центральной части) 3 класса загрязнения, разряда А, загрязненная (озера будут подробно рассматриваются в главе 2.4).

В значительной степени озера региона страдают от коммунальных стоков. Наряду с концентрированным поступлением прошедших определенную очистку стоков крупных городов (МУП «Водоканал» г. Череповец, МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», г. Вологда, МУП «Коммунальные системы», г. Сокол, МУП «Водоканал» г. Гатчина, МП «Водоканал» в г. Великие Луки, МП «Горводоканал» в г. Псков, МУП «Водоканал», г. Остров, МП «Печорские теплосети», г. Печоры, МУП «Тепловые сети» Дновского района, г. Дно, Филиал ООО «МП ЖКХ НЖКС» «Водоканал г. Боровичи», МУП «Новгородский водоканал», Филиал ООО «МП ЖКХ НЖКС» Старорусский филиал, МУП «Удомельские коммунальные системы», г. Удомля, МП ПУ «Водоканал» в г. Советск и МУП «Черняховский водоканал»), в малые и средние водоемы сбрасываются сточные воды небольших городов и поселений региона,

часто не прошедшие обработку. Чаще всего это приводит к значительному антропогенному эвтрофированию таких водоемов, однако с бытовыми стоками в воду периодически поступают и токсические вещества.

Как уже отмечалось, малые и средние водоемы часто страдают и от стоков небольших предприятий, в том числе предприятий пищевой промышленности. Примерами такого загрязнения на севере региона могут являться небольшое озеро Святое из Ротковецкой группы (подробнее рассмотрено в разделе 2.3.3), получающее коммунальные стоки и стоки с маслозавода, расположенного на его берегу, а также достаточно крупный водоем - оз. **Лекшмозеро** (рис. 2.44), расположенное на территории Кенозерского национального парка. Озеро получает стоки с животноводческих ферм и бытовые стоки двух расположенных вблизи береговой зоны поселков. Загрязнение стоками привело на рубеже XX-XXI вв. к переходу озерной воды из олиготрофного статуса в мезотрофный с признаками эвтрофии. Переход сопровождался значительным ростом содержания в воде фосфора с природных 12-20 до 31.5 мкг/л в 1996 г. (Балушкина и др., 1997). На глубоководных участках в период температурной стратификации было отмечено снижение растворенного кислорода от поверхностного горизонта к придонному, зимой - с 12.5 до 0.2 мг/л, летом - с 9 до 4.5 мг/л (Воробьева и др., 2013).

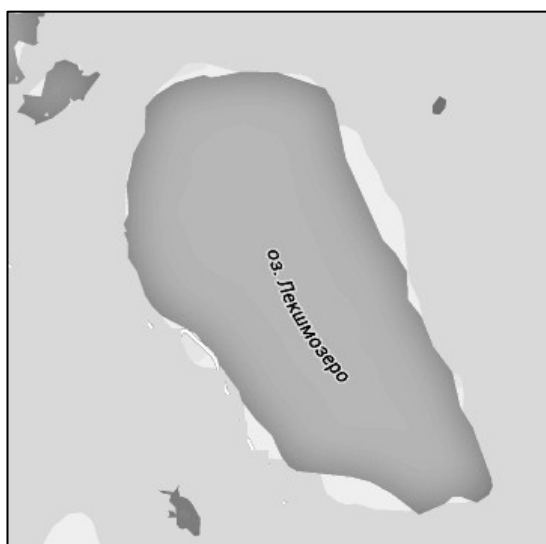


Рисунок 2.44. Лекшмозеро

В результате происходящих процессов эвтрофирования в 1996 г. была зафиксирована гибель 35 т ряпушки. Однако уже к 1997 г. состояние озера стабилизировалось, хоть по большинству показателей оно продолжало оставаться мезотрофным. Согласно данным Н.М. Калинкиной и др., (2006), в фитопланктоне по биомассе доминировали мелкие формы хлорококковых водорослей, на отдельных участках имели место вспышки развития сине-зеленой колониальной водоросли *Gloeoetrichia echinulata*. Биомасса изменялась в пределах 566-1675 мкг/л. Среднее содержание хлорофилла «а» составляло 9 мкг/л. Зоопланктон был представлен обычными для водоемов умеренных широт эвритопными видами, его биомасса изменялась в пределах 0.41 – 0.9 г/м<sup>3</sup>, состояние зоопланктона позволило классифицировать озеро как умеренно загрязненное. Наиболее показательным в отношении процессов эвтрофирования оказался зообентос, который отличался высокими численностью и биомассой – соответственно 2.2-4.8 тыс. экз/м<sup>2</sup> и 11.7-24.6 г/м<sup>2</sup>, что характеризовало озеро как переходное от мезотрофного к эвтрофному типу. В составе зообентоса доминировали олигохеты, моллюски и личинки хирономид, причем ведущая роль перешла к олигохетам, что также являлось показателем происходящих процессов эвтрофирования.

В юго-западной части региона интенсивно загрязняется отходами инкубаторно-птицеводческой станции озеро Долосцы, вода которого стала непригодной для хозяйственных целей. Сточные воды Новоуситовского молокозавода значительно ухудшили качество воды озера Белая Струга. Город Новоржев загрязняет промышленными и коммунальными сточными водами озеро Орша. Можно привести и множество других примеров.

Важнейшей опасностью загрязнения поверхностных вод является **аэротехногенное загрязнение**. В северной части региона основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников вносят предприятия целлюлозно-бумажного производства. Крупнейшими центрами загрязнения атмосферы в восточной части региона



является, прежде всего, Череповецкий пром-узел (включая ОАО «Аммофос» и ОАО «Северсталь»), ГРЭС в г. Кадуе, ЗАО «БазэлЦемент-Пикалево», а также предприятия линейного производственного управления магистральных газопроводов «Газпром Трансгаз Ухта». В юго-западной части это – ООО АСПО (Автомобильное специализированное предприятие очистки) в г. Псков, Псковская ГРЭС, ОАО «Акрон» (Новгород). Аэротехногенное загрязнение вызывается и работой широко распространенных в регионе, прежде всего в крупных центрах, предприятий по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды, а также предприятий транспорта и связи.

Примером крупных водоемов, страдающих в результате аэротехногенного загрязнения, может служить оз. Воже (подробнее - раздел 2.3.4). Будучи расположенным в 160 км от г. Череповца, озеро попадает в зону распространения выбросов этого промузла. Вклад в загрязнение водоема вносит и Плесецкий космодром. В тканях и органах рыб оз. Воже обнаружено присутствие 11 тяжелых металлов. В мышцах, печени и икре основных промысловых рыб (лещ и щука) в заметных количествах обнаружены медь, цинк, кадмий, свинец, марганец, кобальт, никель, железо, хром, ртуть, мышьяк. К пределу допустимых значений приближается содержание в рыбе кадмия, кобальта, меди.

Наверное, самое большое влияние на водоемы региона, особенно его юго-западной части, оказывают *сельскохозяйственные стоки*. В северной и восточной части они обычно ограничены стоками немногочисленных здесь агропромышленных комплексов. В южной части сельское хозяйство имеет более широкое развитие, при этом здесь активно используются различные виды удобрений для повышения урожайности, а также пестициды для борьбы с вредителями и болезнями растений. 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., повышая концентрацию биогенных веществ 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. Эвтрофирование часто сопровождается сменой рыбных сообществ, а в ряде случаев заканчивается деградацией некоторых малых озер. При ухудшении условий обитания начинают исчезать более чувствительные виды рыб (налим, ряпушка, красноперка, синец, ерш, лещ, снеток, судак и другие), на этом фоне увеличивается относительная численность плотвы как менее требовательного вида. Все это приводит к снижению рыбохозяйственной ценности водоемов. В экстремальных случаях в озерах выживает только один вид (окунь - при закислении или карась - при заморах, заилении и зарастании).

Еще одним видом антропогенного вмешательства в водоемы региона явилось *гидротехническое строительство*. В регионе сходятся бассейны стока трех морей - Белого, Каспийского и Балтийского. Связь между бассейнами усилена антропогенной составляющей - созданием Волго-Балтийской и Северо-Двинской систем.

Гидротехническое строительство обычно сопровождается зарегулированием уровня озер. При небольшом повышении уровня озерная экосистема чаще всего испытывает лишь небольшой начальный стресс, периодически сказывающийся на определенных этапах его биоты. При этом происходящие изменения зависят часто от системы регулирования стока в созданном озере-водохранилище. Частые изменения уровня обычно препятствуют развитию водной растительности, что в свою очередь несет изменение в бентосных сообществах литорали. Однако чаще всего озера сохраняют большую часть своих природных характеристик. Среди наиболее крупных озер региона с зарегулированным уровнем - озера Ильмень, Белое, Кубенское,

Ковжское, Волго, Вселуг, Стерж, Пено, Кофтино, Пирос, Шлино, Мстино и др.

На качестве озерных вод сказываются и проводимые в бассейнах озер **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.

Во многих случаях проводимые в регионе мелиоративные работы привели к исчезновению мелких водоемов. Иногда спускались даже относительно крупные озера. Так, в 1950-е гг. на Крипецком болоте было спущено Щирицкое озеро площадью 160 га. Осушение болот вызывало порой и обмеление озер, ярким примером может служить озеро Велье, расположенное в Пушкиногорском районе. В 1970-е гг. в результате мелиоративных работ сильно обмелело Заплюское озеро, уровень которого впоследствии был восстановлен. Понижение уровня или осушение водоемов площадью в несколько десятков или сотен гектаров вряд ли экономически оправдано. Озера Велье и Дулово, например, представляют интерес для водного и рыбного хозяйства, в то время как снижение уровня обычно сокращает запасы ценных промысловых рыб. К тому же многие озера являются местами отдыха местного населения и отдыхающих.

Среди видов воздействия на озерные системы региона, прежде всего его северо-восточной части, необходимо назвать также и **вырубку лесов**. Так, интенсивная вырубка лесов на водосборе **Кенозера** (рис. 2.45, Архангельская область) привела к вымыванию из почвы гумусовых веществ и выносу их в водоемы. Согласно материалам Н.М. Калинкиной и др., (2006), из-за повысившейся доли гумусового вещества в воде, ее цветность значительно выросла, если зимой 1962 г. она составляла в поверхностном и придонном слоях Кенозера 24 и 66 град., то к зиме 1999 г. она увеличилась до 150 и 90 град, соответственно. В воде стали появляться значительные концентрации фено-

ла, перманганатная окисляемость достигла 30 мг О/л. В сообществе фитопланктона Кенозера преобладали диатомовые при существенной доле пиропитовых водорослей, наблюдалось интенсивное развитие криптофитовых водорослей - индикаторов повышенного содержания органического вещества. Летняя биомасса фитопланктона составляла 2.8 мг/л. Зоопланктон был представлен обычными для озер северо-запада видами, ведущую роль играли ракообразные, заметная доля в формировании биомассы также принадлежала коловраткам. В структуре донных сообществ по численности и биомассе доминировали личинки хирономид и двусторчатые моллюски. Было отмечено снижение в донных сообществах численности реликтовых ракообразных вплоть до их полного исчезновения, что в значительной степени ухудшило кормовую базу озера. Несмотря на то, что озеро было квалифицировано как олиготрофное, возникла опасность приобретения им признаков дистрофии.



Рисунок 2.45. Кенозеро

Одним из видов антропогенного воздействия на водоемы региона является **неконтролируемый лов рыбы**. Рыбная ловля на озерах региона велась с древних времен, со временем ее масштабы увеличивались и негативное воздействие, оказываемое на экосистемы водоемов, усиливалось. Уже к началу XIX века стало очевидно, что рыболовство на большинстве озер ведется хищнически, с наруше-

нием сроков лова. Особенно губительно на рыбном населении сказывалось использование мелкочейстных сетей, так называемых мутников. В результате уже к середине XIX в. интенсивное хищническое рыболовство привело к весьма заметному оскудению большинства водоемов многими видами рыб - снетками, сига́ми, лещом. Назревала проблема искусственного разведения рыбы, которое позволило бы улучшить состав и численность населения озер. Как результат, в 1856 г. в Новгородской губернии был создан первый в России рыболовный Никольский завод, основателем которого явился новгородский помещик, известный знаток рыболовства и изобретатель сухого способа оплодотворения икры В.П. Врасский. После его смерти завод перешел в ведение министерства земледелия. В обязанности завода входило распространение сведений о правильном ведении рыбного хозяйства и, главное, обеспечение его икрой и мальками лосося, сига, форели, палы и ряда других ценных пород. Вслед за этим заводом были открыты частные рыбозаводы в Петербургской губернии - в Тайцах, на Суйде, в Гостилицах. Разведением лососевых рыб на Луге занималось Российское общество рыболовства и рыболовства.

В начале XX в. для поддержания рыбных запасов региона был основан Институт озерного и речного рыбного хозяйства. Его создание явилось шагом к научному обоснованию вопросов рыбозаведения и рыбной ловли. Возникли новые рыболовные заводы и опытные хозяйства. Стало очевидно, что гарантией сохранения рыбного населения региона является строгое соблюдение сроков и норм лова, а также ведение его надлежащими орудиями. Однако на сегодняшний день важнейшим шагом для сохранения рыбохозяйственной ценности водоемов является также и поддержание в них необходимого качества воды, то есть необходимых условий для размножения потомства.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что основным проявлением человеческого воздействия на водоемы рассматриваемого региона является антропогенное эвтрофирование. Его темпы, наблюдавшиеся в

последние полвека, привели к существенному снижению качества природных озерных вод и требуют адекватных решений.

Необходимо также отметить, что озера часто являются важнейшими источниками централизованного водоснабжения региона. Сохранение качества воды в таких водоемах на должном уровне представляет важнейшую задачу, направленную на поддержание здоровья населения.

[К содержанию](#)