

ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Приводится общая характеристика озера и подчеркиваются его уникальные черты, в том числе высокое качество воды. Рассматривается история озера и происхождение его биоты в последние 10–15 тыс. лет. Отмечаются особенности населяющих озеро организмов. Особое внимание обращается на рыбное население, промысел и состояние рыбных запасов. Характеризуется роль озера в социально-экономической жизни региона. Подробно рассматривается экологическое состояние водоема, негативное влияние на него интенсивной антропогенной деятельности. Обсуждается необходимость осуществления комплекса мероприятий по восстановлению и охране природной среды и отмечается роль в этом отношении подготавливаемого Федерального закона об охране Ладожского озера.

Ключевые слова:

биота, водосбор, качество воды, рыбное население, холодноводность, экологическое состояние

Северные территории России в пределах бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей насыщены огромным количеством больших и малых озер. В этом регионе, который вполне обоснованно может считаться «озерным краем», центральное место (не столько по положению, сколько по значимости) с полным основанием занимает Ладожское озеро – крупнейшее в Европе и второе (после оз. Байкал) – по размерам в России. Благодаря расположению в восточной части бассейна Балтийского моря, Ладога аккумулирует водный сток, формирующийся как в России, так и в соседних государствах – Финляндии и Белоруссии. Совместно со связанными с Ладогой водным стоком крупными озерами Онежским, Ильменем и Саймой и отдельно расположенным Псковско-Чудским, она составляет уникальную систему Великих Североевропейских озер, характеризующихся значительными природными особенностями и играющими существенную роль в социально-экономической и иной жизни региона. Водная система в целом и Ладожское озеро, в частности, испытывают мощное влияние разнонаправленной хозяйственной деятельности обширного экономически развитого региона России, а также со стороны сопредельных государств и, в свою очередь, оказывает ответное влияние на состояния их водоемов.

В связи с особенностями расположения, значительным развитием промышленного производства, интенсивным освоением обширных территорий не только Ладожского бассейна, но и тяготеющего к нему Северо-Запада Европейской части России (лесоразработки, горнодобывающая про-

мышленность, сельскохозяйственное производство, водный транспорт, рекреационная и туристическая деятельность и др.) водные ресурсы всего рассматриваемого региона испытывают существенное «давление» многообразных антропогенных факторов. Все эти влияния в конечном итоге могут сказываться на экологическом состоянии Ладожского озера как замыкающем водном объекте.

В силу исторических причин озеро с давних пор привлекало внимание народов как источник природных ресурсов (биологических, водных и др.) и как транспортная артерия. Освоение приладожских территорий особенно активно происходит в последние 300 лет после широкого выхода России к берегам Балтийского моря, увеличения плотности местного населения, начала интенсивной эксплуатации лесных ресурсов, полезных ископаемых, развития крупных промышленных производств и др. В итоге возникла актуальная проблемы сохранения оптимального экологического состояния озера в условиях всестороннего роста общественного производства.

Общая характеристика. Ладожское озеро – северный водоем. Оно расположено между 59°54' и 61°47' с.ш. в западной части обширного водосборного бассейна, заключенного между 56° и 64° с.ш. и 26° и 38° в.д. Площадь водосбора озера равняется 258,6 тыс. км², а его отношение к площади зеркала (удельный водосбор) – 14,5. Этот показатель существенно выше удельного водосбора Великих Североамериканских озер, равного 1,6–3,4. Высокое значение удельного водосбора для Ладожского озера обуславливает повы-

172 | шенную чувствительность его экосистемы к явлениям, протекающим на водосборе, что целесообразно учитывать при оценке характера и степени антропогенных воздействий на водоем. Обширность ладожского водосбора подчеркивается такими цифрами: его протяженность с юга на север достигает 1100 км, с запада на восток – 580 км (рис. 1) [25].

Водосбор в географическом отношении распадается на четыре основные части: Свирь-Онежскую (83,2 тыс. км²), Волхов-Ильменскую (80,2 тыс. км²), Вуокса-Сайменскую (66,7 тыс. км²) и частный водосбор Ладожского озера. Вместе с тем он разделен между тремя государствами: Россией – 80,0 %, Финляндией – 19,9 % и Белоруссией – 0,1 %. В свою очередь российская часть ладожского водосбора поделена между семью субъектами Российской Федерации: Ленинградской областью – 39 %, Карелией – 29 %, Новгородской областью – 17 %, Псковской областью – 6 %, Тверской областью – 4 %, Вологодской областью – 3 %, Архангельской областью – 2 %.

Размеры водосбора обуславливают существенные различия условий в различных его участках. Хотя бассейн озера в целом расположен в зоне тайги, но в северной части это средняя тайга с преобладанием сосновых и еловых лесов, в южной части – южная тайга, а южнее оз. Ильмень – зона таежно-широколиственных лесов. Леса, как известно, совместно с почвенным покровом оказывают значительное влияние на режим поверхностного стока и его химические особенности.

На водосборе Ладожского озера расположено около 50 тысяч больших и малых озер. По степени насыщенности ими водосбор распадается на две основные части: одна к северу от линии р. Свирь – р. Нева, вторая – к югу от нее. Основной озерный фонд расположен севернее указанной линии. Так в части бассейна р. Вуоксы находящейся на территории Финляндии озерность составляет 19,8 %, а в российской части этого бассейна даже – 25,6 %. В Северном Приладожье в бассейне р. Хитолы – 17,9 %, а в Свирь-Онежской части бассейна – 16,7 %. В южной

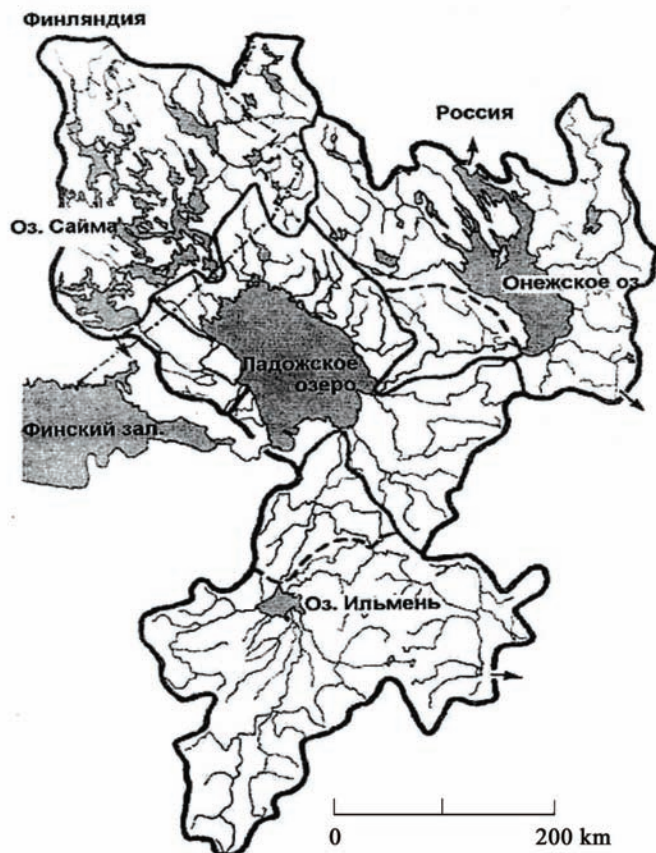


Рис. 1. Схема водосбора Ладожского озера.

части ладожского бассейна на Волхов-Ильменском водосборе озерность значительно ниже и равняется только 3,4 % [16].

На ладожском водосборе широко развиты болота, которые местами занимают значительные площади. В бассейн р. Вуоксы на территории Финляндии уровень заболоченности колеблется по отдельным участкам в пределах 10–50 %. К югу от оз. Ильмень заболоченность территории достигает 3–35 %, а в Полистовском болотном ландшафте составляет даже 60–70 % [10; 19]. Обширные болота наряду с многочисленными озерами создают высокую зарегулированность стока, сглаживая сезонные и (отчасти) межгодовые колебания.

Наряду с озерами и болотами на ладожском водосборе многочисленны реки и речки. Их насчитывается около 48 тыс. при общей протяженности более 126,5 тыс. км. В Свирь-Онежской части водосбора учтено 10570 водотоков общей длиной 34475 км, что составляет в среднем 0,41 км/км², а в Волхов-Ильменской – 24841 длиной 59921 км, или 0,75 км/км². Реки, в основном, короткие. Наиболее протяженные – Ловать и Мста – имеют длину соответственно 530 км и 445 км [8; 10].

Климат в бассейне озера умеренный. Благодаря смягчающему влиянию североатлантического атмосферного центра, он более теплый, чем климат расположенных восточнее районов Северо-Западного региона [5; 6]. В связи с большой протяженностью водосбора среднегодовая температура воздуха на юге бассейна оказывается равной +3°C, на севере – +1,5°C. Наиболее холодный месяц в году – февраль, среднемесячная температура воздуха в это время: от –9,0°C до –11,4°C; самый теплый июль: от +15,2°C до +17,2°C. В последние десятилетия в северном полушарии наблюдается глобальное повышение температуры воздуха, которое находит отражение и на водосборе Ладожского озера. При сохранении наметившейся тенденции климатической изменчивости, ожидается, что в 2071–2100 гг. среднегодовая температура воздуха при разных вариантах может повыситься на 4,2–5,2°C [30]. Существенное значение для водоемов обычно имеют атмосферные осадки и испарение. В современный период осадки составляют 650 мм/год, величина испарения с поверхности озера – 380 мм/год [25]. То есть, наблюдается картина, характерная для гумидной географической зоны.

Обширность водосбора в сочетании с избыточным увлажнением территории

обуславливает формирование значительных объемов поверхностного стока. Основной среднегодовой объем водного стока (без учета осадков на акваторию озера) с таких участков, как Свирь-Онежский (20,8 км³), Волхов-Ильменский (16,9 км³), Вуокса-Сайменский (19,3 км³) и частный водосбор самого озера (13,5 км³). Удельный вес каждого из этих участков следующий: 29,5 %, 24,0 %, 27,4 % и 19,1 %. То есть, сток в Ладожское озеро формируется преимущественно на водосборах озера Онежского, Ильмень и Саймы, причем вклад каждого из них примерно одинаков по величине. Поступающая в озеро вода сбрасывается по р. Неве в Финский залив Балтийского моря.

Вместе с водным стоком с водосборов в озеро вносятся различные загрязняющие вещества и биогенные элементы, негативно влияющие на качество воды и экологическое состояние водоема. Существенное влияние на качество воды в Ладожском озере оказывает хозяйственная деятельность на тех частях водосбора, которые расположены в Карелии и Вологодской области (бассейн Онежского озера), Новгородской области (бассейн оз. Ильмень), Финляндии (бассейн оз. Саймы), а также на частном водосборе самого озера. В связи с этим управление хозяйственной деятельностью на таком водосборе – непростая задача, и ее решение требует значительных усилий со стороны природоохранных структур и административных органов различных уровней.

Основные параметры, характеризующие Ладожское озеро, приведены в табл. 1 [21].

Озеро имеет форму, близкую к прямоугольной, его длинная ось (219 км) вытянута в направлении СЗ – ЮВ. Оно расположено (по среднеголетним данным) всего лишь на 5,1 м выше уровня моря. В связи с этим, принимая во внимание значение максимальной глубины, днище котловины оказывается на 225 м ниже уровня моря. Площадь этой криптодепрессии по ее верхней отметке равняется 16060 км², или 89,9 % от площади зеркала озера, а объем заполняющей криптодепрессию водной массы – 751,6 км³, или 89,7 % от полного объема воды в озере. Несмотря на значительное переуглубление котловины озера под уровень моря, гидравлической связи криптодепрессии по подземным горизонтам с ближайшими районами Финского залива нет.

Основные морфометрические характеристики Ладожского озера

Характеристика	Показатель	Значение
Высота над уровнем моря	м	5,1
Площадь водосбора	км ²	258600
Площадь озера, общая	км ²	18135
Площадь зеркала озера	км ²	17872
Объем водной массы	км ³	838 ± 2,4
Средняя глубина	м	46,9
Максимальная глубина	м	230
Максимальная длина	км	219
Максимальная ширина	км	125
Длина береговой линии	км	1570
Время водообмена	лет	11

Ладожское озеро относится к глубоким водоемам. Расположенная в северной части котловины максимальная глубина достигает 230 м. Значительна также средняя глубина – 46,9 м. При этом на районы глубинами 50 м и более приходится 42,8 % акватории, в том числе на участки с глубинами 100 м и более – 11,7 %. В этих глубинных районах сосредоточена большая часть водной массы озера: в слоях от 50 м и более – 638,3 км³ (76,1 % общего объема), в том числе от 100 м и более 270,1 км³ (32,2 %). Из-за значительной величины котловины и аккумуляции в ней большого объема воды, водообмен в озере оказывается замедленным, несмотря на значительный сток, поступающий с обширного водосбора. Смена воды в озере происходит один раз в 11 лет.

Из-за больших глубин и сосредоточения значительных масс воды в центральной котловине вода в озере в летний период прогревается недостаточно, и ее температура не достигает величин, свойственных большим мелководным водоемам этой же системы Великих Европейских озер (Ильмень, Псковско-Чудское). Поэтому Ладожское озеро постоянно сохраняет холодноводный характер даже в условиях отдельных наиболее теплых лет. Наглядное представление о термических особенностях Ладоги по сравнению с озерами более южных зон дает рис. 2 [21], на котором приведены даты наступления «биологического лета», то есть даты перехода температуры поверхностного слоя воды через +10°.

Как видно из рисунка, «биологическое лето» на юге озера в мелководной Волховской губе наступает в среднем 25 мая, на севере над глубоководной впадиной – 15 июля. При этом оно длится на юге до 130 суток, на севере – не более 65 суток [21]. Температура поверхностного слоя воды в середине мая на юге озера равняется около +6°С, на севере – менее +2°С. В период максимального прогрева в середине июля – начале августа она в среднем достигает на юге +19°С, в шхерном районе – до +16°С, а над северной котловиной – лишь от +12°С до +14°С.

В озере хорошо выражена вертикальная температурная стратификация, причем глубина заложения термоклина около 30–40 м. Ниже термоклина температура воды быстро снижается и в июле-августе у дна составляет +4 ... +5 °С. Термический режим водных масс оказывает существенное влияние на состав озерной биоты, определяет ее холодноводный характер и обуславливает невысокий уровень продукционных показателей.

Ледовый покров на озере начинает образовываться в среднем во второй половине ноября. Вскрытие льда отмечается в первой декаде-середине мая, а очищение ото льда происходит во второй половине мая, но в отдельные годы льдины могут встречаться до середины июня. Полное замерзание озера происходит не каждый год. В связи с большими ресурсами тепла, накапливаемыми огромной водной массой в летний период, в теплые зимы центральная часть озера остается свободной от ледяного покрова.

Прозрачность воды в озере сравнительно невысокая из-за ее окрашенности гуминовыми веществами, поступающими с водосбора с болотным стоком. В осенний период она составляет по диску Секки 3–4 м [17], но в отдельных участках (к западу от о-ва Валаам) может достигать 8–9 м [11]. Летом прозрачность воды ниже из-за интенсивного развития фитопланктона и изменяется в пределах 2–3 м. Прозрачность ниже в южных губах и повышается при переходе к центральному району.

Вода Ладожского озера обладает высокими природными свойствами. Она «мягкая», слабominерализованная (в среднем 63,7 мг/л) и в этом отношении не уступает воде оз. Байкал (минерализация около 90–100 мг/л), общеизвестной по своему качеству. Эта особенность ладожской воды обусловлена строением водосборной площади, на которой формируется поступающий в озеро сток. Такие участки водосбора, как Свирь-Онежский, Вуокса-Сайменский, а также западный, северный и восточный частного водосбора сложены слабо растворимыми кристаллическими породами или перемытыми и выщелоченными ледниковыми отложениями. С них вынос минеральных веществ минимальный. Относительно повышенное поступление

растворенных минеральных веществ отмечается с Волхов-Ильменского участка, на котором преобладают осадочные отложения и немало сельскохозяйственных площадей. В связи с различиями в строении водосборных площадей, величина минерализации стока с каждого из указанных участков оказывается различной и в замыкающих участки реках в 2004–2005 гг. составляла: р. Свирь – 39,1–39,5 мг/л, р. Вуокса-Бурная – 44,4–52,2 мг/л, р. Волхов – 105,0–145,1 мг/л [25]. Несмотря на отмеченные различия, поступающие из отдельных рек водные массы в озере усредняются в ходе гидродинамических процессов, а также благодаря жизнедеятельности организмов и в среднем в центральных районах минерализация воды колеблется в узких пределах. В 1960–2000 гг. она равнялась 55,6–67,4 мг/л в зависимости от водности отдельных групп лет [24]. Межгодовая устойчивость показателей минерализации воды поддерживается также замедленным водообменом. Отмеченное высокое постоянство величины минерализации может играть положительную роль при осуществлении забора воды для бытовых (питьевых) целей из центральных районов озера.

Вода озера в обычные годы характеризуется относительно стабильными (осо-

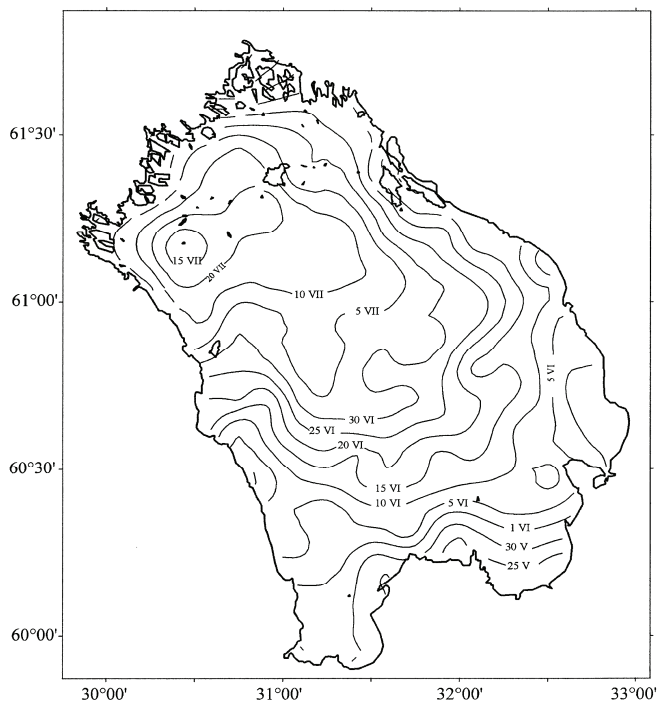


Рис. 2. Даты наступления «биологического лета» на поверхности воды Ладожского озера.

176 | бенно в центральном районе) величинами рН, близкими к 7,2–7,6, слабо изменяющимися по районам озера и сезонам. Такая же картина свойственна и для содержания в воде кислорода. Его концентрации в безледный период на поверхности и у дна обычно равняются 95–100 % и лишь в отдельных участках некоторых губ (например, Волховской) вблизи впадения крупных притоков могут заметно отклоняться от нормальных величин [17]. Наблюдающиеся в редкие (аномальные) годы отклонения величин рН и содержания кислорода в воде от нормальных величин не носят катастрофического характера и не влияют негативно на специфическую ладожскую биоту.

В целом вода Ладожского озера по всему спектру гидрохимических показателей отличается высоким качеством и соответствует присущим озеру свойствам холодноводного северного водоема с благоприятной средой для обитания водных организмов, наиболее требовательных к условиям существования. Протекающие в озере гидробиологические процессы в последний период времени характеризуются достаточной стабильностью, поддерживаемой инертностью огромного объема водной массы и замедленным водообменом. Существенное значение в обеспечении стабильности биотической составляющей озерной экосистемы имеет доминирование консервативных глубоководных зон над динамичными мелководными участками прибрежья и губ.

Как показали исследования последнего периода, развитие фитопланктона в озере соответствует показателям, свойственным мезотрофным водоемам (биомасса – 1,1–1,8 г/м³, хлорофилл «а» – 4,8–8,5 мг/м³) [20; 27]. Однако приведенная оценка развития фитопланктона, создающего основные массы первичной продукции, слишком обобщенная. Из-за огромных размеров озера и разнотипности отдельных его участков она оказывается дифференцированной по районам и изменяется от олиготрофного уровня в центральной акватории до олиготрофно-мезотрофного в переходной и мезотрофного в южных губах. Такое заключение подтверждается данными по развитию зоопланктона. В верхних слоях воды, в которых отмечается максимальная концентрация зоопланктеров, их численность и биомасса соответствуют слабomezотрофному, а в гипolimнионе – олиготрофному уровням трофии. При этом на протяже-

нии 30 лет (70-е – начало 2000-х г.) биомасса в наиболее продуктивном слое 0–10 м остается стабильной [27].

Бентос в озере распределен неравномерно. Численность и биомасса донных организмов коррелируют с глубинами. В наиболее глубоководных участках (70–100 м и более) биомасса бентоса невелика и составляет 0,4–0,9 г/м², на глубинах 20–70 м она повышается до 3,0–5,9 г/м². В мелководных районах западного и восточного прибрежий биомасса бентоса колеблется в пределах 2,2–3,6 г/м², в губах – 5,4 г/м², а в Волховской достигает 12,6 г/м² [4]. В качестве положительной черты бентоса Ладожского озера необходимо отметить массовое развитие на значительных площадях дна амфипод и мизид, служащих важными кормовыми объектами для таких ведущих промысловых рыб, как сиги и судак. В диапазоне глубин 20–70 м биомасса амфипод составляет 1,9–4,5 г/м², и по этому показателю они превосходят другие группы бентоса (олигохет, хирономид). Начиная с середины 90-х годов прошлого столетия в составе бентоса вновь стали встречаться некоторые реликтовые виды, почти исчезнувшие в предыдущие десятилетия (например, *Gammaracanthus lacustris*) [27].

Ладожское озеро располагает крупными рыбными запасами. В нем обитают такие ценные виды, как озерный лосось, озерная форель, палия, многие формы сигов, ряпушка и ее крупная форма рипус. Многочисленны в озере судак, лещ и другие рыбы. Благодаря наличию ценных видов, озеро имеет большое рыбохозяйственное значение. Уловы в нем в отдельные годы достигали почти 6900 т. Однако из-за олиготрофного характера водоема его рыбопродуктивность невелика и составляет в лучшие годы 2–3 кг/га [12]. Лишь обширная акватория обеспечивает вылов рыбы в указанных выше количествах. Ценные виды ладожских рыб широко используются для акклиматизации. Такие формы, как волховский сиг, рипус, корюшка широко расселились по различным водоемам страны и вывозились в некоторые зарубежные страны.

Следует учитывать, что величины уловов рыбы в озере изменяются как в смежные годы, так и на протяжении длительных отрезков времени. Наибольший интерес представляет долгопериодная динамика уловов, цикл которой составляет около 50–60 лет (рис. 3) [13]. За 1946–2005 гг. выделяются следующие этапы этого цикла:

- низкий уровень вылова рыбы в конце 40-х – начале 60-х годов;
- повышенный уровень вылова рыбы в начале 60-х – конце 80-х годов;
- очередное снижение величины уловов в 90-е годы.

Но необходимо учитывать, что последнее снижение величины вылова связано не только с закономерным снижением биопродуктивности в рамках долгопериодной динамики, но и с общими негативными явлениями в экономике страны, отрицательно сказавшимися на состоянии рыболовства.

Долгопериодная динамика заслуживает специального внимания в связи с особенностями данных, используемых при ее анализе. В отличие от гидрологических и гидробиологических материалов, имеющих только для некоторых лет или ограниченных по длительности группам лет, сведения по уловам доступны в виде длительного непрерывного ряда лет. По Ладоге этот ряд охватывает отрезок времени от 1946 г. до начала 2000-х гг. [15; 28]. Этот ряд представляет большой интерес не только в рыбохозяйственном, но и общезологическом отношении, так как, иллюстрируя изменения запасов (уловов) рыбы, он одновременно характеризует долгопериодную динамику биопродукционного потенциала озера. Поэтому рис. 3 может рассматриваться в качестве некоего зеркала, отражающего изменчивость био-

продукционных явлений, протекавших в Ладожском озере в течение около 60 лет. Принимая это во внимание, можно утверждать, что в начале рассматриваемого долгопериодного цикла (конец 40-х – 50-е годы прошлого столетия) озеро было типично олиготрофным водоемом. Затем его биологическая продуктивность возрастала, а с конца 80-х – начала 90-х годов прошлого столетия стала снижаться, возвращаясь в центральных районах к олиготрофному, а в более мелководных олиготрофно-мезотрофному трофическому уровню.

История формирования озера и его биоты. Ладожское озеро – молодой водоем. История его образования и развития тесно связана с деградацией существовавшего на севере Европы последнего (Валдайского) покровного оледенения и последующими перестройками водной системы региона в плейстоцен-голоценовое время. Около 15000 лет назад территория озера все еще находилась под ледниковым покровом. Позднее, 13000–10500 лет назад на месте озера существовал залив обширного приледникового водоема, связанного с Балтийским ледниковым озером (рис. 4) [29].

После отступления ледника к северу, озеро выделилось как отдельный водоем, что нашло отражение в характере донных отложений. В раннем голоцене 10300–9500 лет назад ледниково-озерный тип донных отложений сменился озерным и на большей части дна стали накапливаться го-

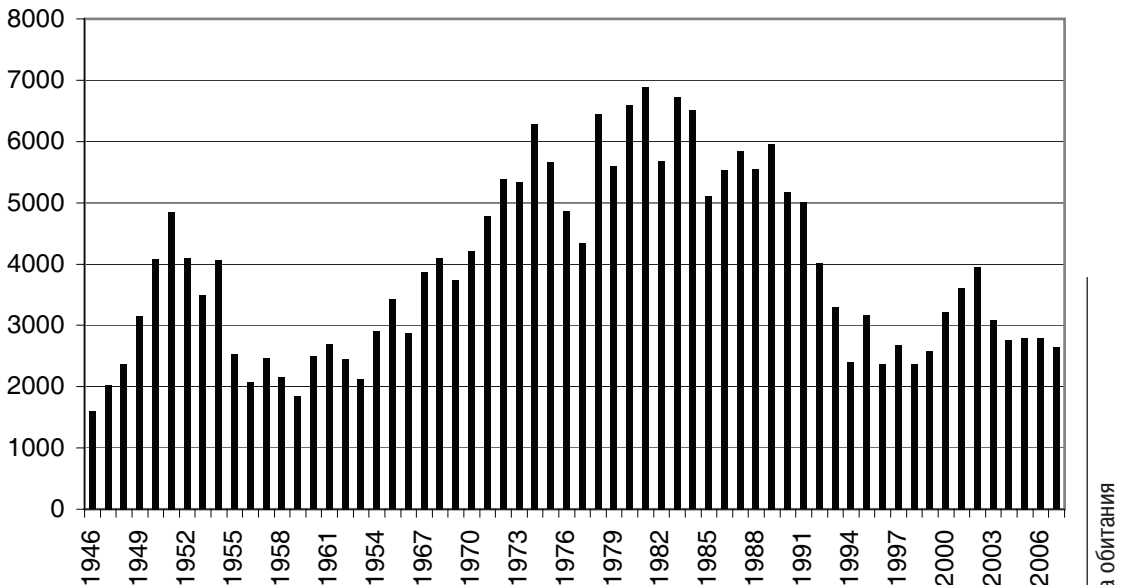


Рис. 3. Общие уловы рыбы в Ладожском озере.

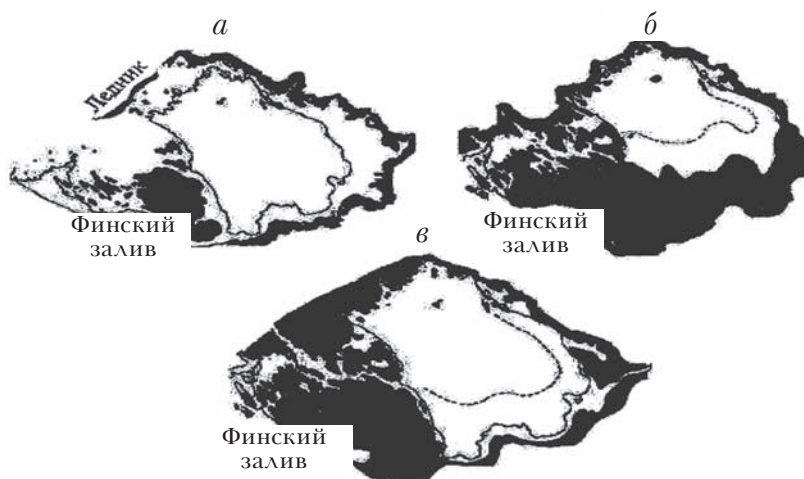


Рис. 4. Этапы развития Ладожского озера: а – около 10300 л.н.; б – около 9200 л.н.; в – около 3100 л.н.

могенные глины, а затем илы, играющие ведущую роль в современный период [29]. В то время климат в регионе был суровым, существенно холоднее современного, органический мир озера отличался видовой бедностью, биологическая продуктивность была крайне низкой. По общим характеристикам озеро вполне соответствовало современным высокополярным водоемам.

Важный этап в истории озера приходится на атлантическое время, когда климат значительно потеплел и стал даже теплее современного. Эти изменения нашли отражение в донных отложениях: в них значительно повысилось содержание органического вещества, что свидетельствует об общем повышении биологической продуктивности в тогдашней озерной экосистеме. В последовавшую затем суббореальную эпоху произошло некоторое похолодание и климат постепенно (с колебаниями) перешел в современное состояние [9], которое пока, однако, уступает по температурному режиму (а отсюда и по интенсивности развития биоты) атлантическому времени.

Протекавшие изменения в состоянии озера и климате окружающих его территорий самым непосредственным образом сказывались на состоянии органического мира водоема, что можно наглядно показать на примере рыбного населения. Одна часть рыб, населяющих в настоящее время озеро, попала в него из предшествовавшего приледникового водоема. Это так называемые микулинские реликты, выжившие во время оледенения в суровых условиях приледниковых водоемов. Из современной ихтиофауны к ним относятся ценные в промысловом отношении рыбы лососе-

во-сиговой группы, наиболее холодолюбивые виды, включая уникальный ледниково-морской реликт – рогатку, а также некоторые эвритермные виды. Видовой состав рыбного населения был резко обедненным (по сравнению с современным) и был характерен для озера и его бассейна до наступления теплого атлантического времени. Рыбы доатлантического времени (как и соответствующие им современные) населяли преимущественно открытые и глубоководные участки Ладоги, находившиеся под слабым влиянием материкового стока.

В теплую эпоху атлантического времени в период повышенной увлажненности рассматриваемой территории Европейского севера и, в том числе, ладожского бассейна, благодаря появившимся широким водным связям, из Понто-Каспийского бассейна проникла на север вторая волна рыб-вселенцев. Это теплолюбивые виды и, в отличие от вселенцев первой волны, распространялись ранее (как и в настоящее время) преимущественно в мелководных хорошо прогреваемых участках (губах), а также во многих малых озерах ладожского бассейна. Вселенцы второй волны обитают преимущественно на участках, находящихся под влиянием материкового стока или же в реках, впадающих в озеро. Они существенно обогатили видовой состав рыбного населения и придали ему смешанный в биогеографическом отношении характер, сохранившийся до настоящего времени [14].

Сходная общая история формирования характерна и для остальных групп водных организмов, населяющих Ладожское озеро. Не останавливаясь на анализе

происхождения этих групп, отметим следующую деталь, имеющую существенное значение в природоохранном отношении. В отношении состава фауны Ладожское озеро оказывается уникальным, так как оно единственный водоем России, в котором сохранился с эпохи последнего оледенения полный комплекс гляциально-морских реликтовых организмов, имеющих в североевропейских пресных водах. В число этих видов входят, как известно, из планктонных ракообразных *Limnocalanus macrurus*, бентосные амфиподы *Pontoporeia affinis*, *Pallasiola quadrispinosa*, *Gammaracanthus lacustris* и изоподы *Mysis relicta*, *Saduria entomon*. Из рыб сюда же относится реликтовая рогатка *Triglopis quadricornis*, а из млекопитающих – пресноводная нерпа. В водоемах России из перечисленных видов морской таракан *Saduria entomon* встречается только в Ладожском озере, а рогатка есть еще в четырех озерах Карелии. Что касается нерпы, то близкая к ней форма тюленя обитает лишь в оз. Байкал.

Наличие уникальных гляциально-морских реликтов и группы холодноводных организмов, включающей лососевых и сиговых рыб (микулинские реликты), обуславливает необходимость усиления мероприятий по охране экосистемы Ладоги от негативных антропогенных влияний.

Значение в социально-экономической жизни региона. Ладожское озеро – природный объект, важный в социально-экономическом отношении. С ним связана деятельность многочисленных водопользователей, расположенных как в непосредственной близости к озеру, так и на водосборе, а также за его пределами. В озере происходит естественное воспроизводство больших объемов водных и биологических ресурсов, оно служит составной частью межрегиональных и местных транспортных систем. Направления использования в общественных и индивидуальных целях природных ресурсов и выгодного географического положения озера многообразны. Основные из них в обобщенном виде представлены ниже.

Значение бассейна Ладожского озера для Северо-Западного региона и страны в целом. Ладожское озеро, его бассейн и сконцентрированные здесь водные и биологические ресурсы играют ключевую роль в функционировании народно-хозяйственного комплекса Северо-Запада Европейской части Российской Федерации. Вместе с тем этот

комплекс по многим показателям занимает ведущее положение в народном хозяйстве страны в целом.

Население региона достигает 9 млн человек, из которых более 5 млн проживает в городах, в том числе 4,8 млн – в г. Санкт-Петербурге, крупнейшем политическом, экономическом и историко-культурном центре не только страны, но и мира. На территории водосбора проживает почти 4 млн. человек, в том числе 2,7 млн. городских жителей. Плотность населения на российской части водосбора в среднем составляет 12,4 чел/км² [27], а в бассейне р. Волхов – 40 чел/км² и р. Сяси – 20 чел/км² [25].

В связи с этим состояние водных ресурсов, экосистемы Ладожского озера, его бассейна имеет решающее значение в обеспечении оптимальной деятельности всего хозяйства региона и нормального проживания населения.

Промышленное производство в бассейне озера. В береговой зоне озера и на водосборе сосредоточен крупный промышленный потенциал, причем среди предприятий преобладают водо- и ресурсоемкие отрасли. В российской части ладожского бассейна учтено 418 предприятий водопользователей. Из них 226 расположены в Ленинградской области, 76 – в Новгородской, 27 – в Псковской и 89 – в Карелии [27]. Среди промышленных отраслей большой удельный вес приходится на топливно-энергетические, целлюлозно-бумажные, деревообрабатывающие предприятия, лесную и химическую отрасли, цветную металлургию. Причем целлюлозно-бумажное производство относится к крупнейшим потребителям воды. Значительный промышленный потенциал расположен на территории Финляндии на водосборе р. Вуоксы (бассейн оз. Сайма), где преобладают целлюлозно-бумажные предприятия, есть сталелитейное производство и др.

Гидроэнергетика. Водные ресурсы ладожского бассейна используются для производства электроэнергии. С этой целью на ряде рек построены и действуют гидроэлектростанции. Так, на р. Свири есть две ГЭС, на р. Вуоксе – четыре (в том числе две в Финляндии), по одной ГЭС действует на реках Волхов, Янисйоки, Тулема и на шести северных притоках Ладоги в Финляндии. Кроме того, построен ряд малых плотин для различных целей. Гидростроительство изменило режим рек, причем особенно существенно таких рек, как Свирь, Волхов, Вуокса. Оно существенно повлияло на состояние популяций таких

180 | проходных рыб, как озерный лосось, озерная форель, озерно-речные сиги.

Сельское хозяйство. Под сельскохозяйственное производство в ладожском бассейне освоено около 11 % площади [27]. Основные направления сельского хозяйства, получившие здесь преимущественное развитие – животноводство, птицеводство, овощеводство. Для обеспечения этой отрасли народного хозяйства необходимыми пахотными землями и лугами на ладожском водосборе на значительных площадях выполнены мелиоративные работы и осушение болот.

Лесное хозяйство. Леса занимают 55 % площади всего ладожского бассейна и 70 % частного водосбора озера. Они играют важную роль в формировании поверхностного стока, влияя на его сезонное распределение и химический состав воды. Большое значение в природоохранном отношении имеют защитные лесные полосы, устанавливаемые вдоль берегов водоемов и водотоков. Они выполняют важную буферную роль, предохраняя водоемы от влияния ряда негативных антропогенных факторов. В частности, защитные (охраняемые) лесные полосы служат своеобразными биофильтрами, перехватывая выносимые со склоновым стоком биогенные элементы.

Вместе с тем в лесах осуществляются широкомасштабные лесозаготовительные работы, обеспечивающие сырьем многочисленные целлюлозно-бумажные и деревообрабатывающие предприятия как на месте, так и за пределами ладожского бассейна. При этом значительная часть древесины поставляется на экспорт. К настоящему времени обширные площади лесов оказываются вырубленными и частично восстанавливаются за счет лесоразведения.

Ладожское озеро как источник питьевой воды. Основной потребитель ладожской воды – Санкт-Петербург. Населением города ежедневно используется 2,9 млн. м³ питьевой воды, или 1,1 км³ в год. Для г. Санкт-Петербурга Ладожское озеро – безальтернативный источник водоснабжения, так как запасы подземных (артезианских) вод, а также ресурсы поверхностного стока (помимо Ладожского озера) недостаточны. Состояние здоровья городских жителей в значительной степени зависит от качества ладожской воды. Кроме г. Санкт-Петербурга ладожская вода используется для водоснабжения ряда других городов Ленинградской области (Кронштадт, При-

озерск и др.) и Карелии. Поэтому к запасам пресной воды в ладожском бассейне следует относиться как к возобновимому стратегическому ресурсу, качество которого целиком зависит от экологического состояния водоема и водосбора.

Сток из Ладожского озера и его влияние на качество воды в р. Неве в границах г. Санкт-Петербурга. В черте г. Санкт-Петербурга 98 % расхода р. Невы обеспечивается за счет ладожского стока. Поступающая вода влияет на качество водной среды в р. Неве в границах города по двум основным направлениям. Во-первых, из-за поступления больших объемов воды из Ладожского озера происходит так называемое разбавление загрязненных и частично очищенных сточных вод, сбрасываемых в р. Неву предприятиями. Благодаря разбавлению более чистыми водами в реке не только уменьшается концентрация загрязняющих веществ, но и усиливаются процессы самоочищения. Во-вторых, в случаях поступления загрязненных вод вносится дополнительный негативный вклад в состояние водной среды города.

Сток из Ладожского озера и его влияние на качество водной среды в восточной части Финского залива. Поступающий в восточную часть Финского залива сток из Ладожского озера в объеме 70,5 км³ (среднегодовой показатель) составляет две трети приходной части водного баланса этого района Балтийского моря. В связи с этим ладожские воды не могут не оказывать влияние на экологическую обстановку в заливе.

Биота Ладожского озера как носитель уникального генофонда. Биота Ладожского озера характеризуется рядом уникальных черт. Как указано выше, это озеро – единственный водоем в России, в котором в полном составе представлен комплекс ледниково-морских реликтовых организмов. Все они проникли в Ладожское озеро из солончатых морских участков через приледниковые водоемы в последний ледниковый период и являются живыми свидетелями сложной геологической истории этого водоема. Ледниково-морские и ледниковые реликтовые организмы обуславливают своеобразное течение биопродукционных процессов и придают экосистеме Ладожского озера неповторимый облик. Генофонд ладожских организмов уже сейчас частично находит применение в хозяйственных целях. Он относится к категории национального достояния, нуждается в постоян-

ном внимании и заслуживает действенной охраны.

Рыбохозяйственное значение экосистемы Ладожского озера. Ладожское озеро относится к важным рыбопромысловым водоемам России. На нем ведут промысел рыбаки Ленинградской области и Карелии. По общей величине уловов Ладога стоит на втором месте среди больших озер России. В ней добывается около 20 % рыбы, получаемой из этой группы водоемов.

Основу уловов в Ладожском озере составляют ценные сиговые (различные формы сигов, ряпушка, рипус) и крупночастиковые (судак, лещ и др.) рыбы. По составу рыбного населения оно относится к редкому рыбохозяйственному типу лососево-сигово-корюшковых водоемов, характерных для Скандинавского региона. Однако Ладожское озеро отличается от других озер подобного типа тем, что в нем лососевые и сиговые рыбы представлены с наибольшей полнотой. Благодаря наличию ценных рыб оно служит поставщиком дефицитной рыбной продукции для ряда промышленных центров и прежде всего Санкт-Петербурга.

Ладожское озеро как звено водной транспортной системы. Озеро имеет общегосударственное значение как важное звено водных транспортных магистралей, связывающих Северо-Запад с центральными и южными регионами России и обеспечивающих выход на зарубежные страны. Через озеро проходят напряженные грузопассажирские трассы Балтийское море – Онежское озеро – Белое море и Балтийское море – Онежское озеро – р. Волга с дальнейшим продолжением в сторону Каспийского, Азовского и Черного морей. Ряд маршрутов протягивается в страны ближнего и дальнего зарубежья. По этим трассам ежегодно проходят тысячи пассажирских и грузовых судов. Наряду с транзитным, на озере осуществляется интенсивное местное судоходство.

Объем перевозок грузов составляет около 10 млн т в год, пассажиров – свыше 450 тыс. человек. Общая протяженность судоходных линий в озере превышает 1500 км и составляет около 0,1 км на 1 км² акватории. Грузонапряженность превышает 550 т/км². По мере восстановления промышленного производства и усиления деловой предпринимательской активности роль судоходства будет возрастать. Можно ожидать расширения

объемов перевозок через Ладожское озеро между некоторыми южными (Иран и др.) и европейскими государствами в связи с их большей эффективностью по сравнению с кружным путем через Красное и Средиземное моря.

Ладожское озеро и его бассейн как центр отечественного и международного туризма. На Ладожском озере и в его бассейне расположен ряд памятников истории, архитектуры, а также памятников природы, привлекающих (или могущих привлечь) потоки туристов. Среди памятников архитектуры можно отметить крепость Корелу (основана в X в.), Валаамский монастырь (992 г.), крепость Петрокрепость (1323 г.), Коневецкий монастырь (1393 г.), первую столицу Руси Старую Ладогу и др. Кроме того, ряд исторических памятников расположен в карельской и новгородской частях ладожского водосбора. Через Ладожское озеро проходят туристические маршруты в другие регионы. В ладожском бассейне имеются также потенциальные памятники истории и архитектуры, которые могут осваиваться по мере развития туристической деятельности в стране. Туристы прибывают в регион не только из России, но и из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Благодаря живописной природе Ладожского озера (особенно в северной шхерной части) здесь имеются широкие перспективы развития рекреации, которая может сочетаться с любительским рыболовством и другими формами активного отдыха на природе. При развитии этой формы использования природных ресурсов, общие потоки туристов значительно возрастут.

Значение Ладожского озера для местного населения. В береговой зоне Ладоги расположен ряд городов (Приозерск, Новая Ладога, Сясьстрой, Видлица, Питкяранта, Импилахти, Сортавала, Лахденпохья и др.), жизнь населения которых тесно связана с озером. Для части жителей оно служит объектом трудовой деятельности (рыболовство, судоходство и др.), для части – районом проживания (лица, трудовая деятельность которых связана с расположенными здесь промышленными предприятиями). Хотя общее число жителей в береговой зоне озера относительно невелико (около 0,5 млн. чел.), но учитывать значение водоема для их нормального проживания необходимо.

(Окончание ледует)

1. Алхименко А.П., Кудерский Л.А., Румянцев В.А., Соболев И.А. О концепции Федерального закона «Об охране Ладожского озера» // Водные ресурсы в условиях изменяющегося климата. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2007. – С. 192–226.
2. Аналитический обзор. О состоянии и охране окружающей среды Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 2003 году. – СПб., 2004. – 356 с.
3. Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. – Л.: ЛО Наука, 1982. – 304 с.
4. Барбашова М.А., Слепухина Т.Д. Макрозообентос и его многолетняя изменчивость в открытых районах озера // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 202–210.
5. Веселова М.Ф., Кириллова В.А. Климатические особенности Ладожского озера // Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. – Л.: Наука, 1966. – С. 81–103.
6. Горелова Э.М. Основные тенденции климатических процессов в пределах водосборного бассейна // Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. – Л.: Наука, 1982. – С. 13–31.
7. Государственный доклад. О состоянии и охране окружающей среды Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 2002 году. – СПб., 2003. – 344 с.
8. Григорьев С.С., Грицевская Г.А. Каталог озер Карелии. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – 239 с.
9. Давыдова Н.Н. Развитие экосистемы озера в поздние и последнеледниковые по составу диатомовых комплексов в донных отложениях // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 157–164.
10. Истомина Э.Г., Яковлев Э.М. Голубое диво, историко-географический справочник о реках, озерах и болотах Новгородской области. – Л.: Лениздат, 1989. – 222 с.
11. Калесник С.В. Ладожское озеро. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 159 с.
12. Кудерский Л.А. Состояние рыбных запасов больших озер СССР // Проблемы исследования крупных озер СССР. – Л.: ЛО Наука, 1985. – С. 28–38.
13. Кудерский Л.А. Изменения рыбного населения Ладожского озера за последние 50 лет // Ладожское озеро; мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами. – Петрозаводск: Кар. НЦ РАН, 2000. – С. 298–311.
14. Кудерский Л.А. Пути формирования ихтиофауны Ладожского озера // Общество. Среда. Развитие. – 2007, № 3. – С. 102–110.
15. Кудерский Л.А., Печников А.С., Шимановская Л.Н. Рыбные ресурсы Ладожского и Онежского озер // Рыбн. хоз-во, сер. «Биопромысловые и экономические вопросы мирового рыболовства». Обзорная информация. Вып. 1. – М.: ВНИЭРХ, 1997. – 39 с.
16. Кудерский Л.А., Румянцев В.А., Драбкова В.Г. Экологическое состояние водной системы Онежского озера – Ладожское озеро – река Нева. – Финский залив в канун XXI века. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2000. – 79 с.
17. Ладожское озеро, атлас. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2002. – 128 с.
18. Ладожское озеро, критерии состояния экосистемы. – СПб.: СПб.О. Наука, 1992. – 325 с.
19. Лесненко В.К., Слинчак А.А., Абросов В.Е., Семенова А.А., Недоспасова Г.В., Судницына Д.Н., Денисенко А.И., Ермакова А.Е., Костюченко В.П. Природа озер Полстовского болотного ландшафта и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Л.: ЛГПИ им. А.И.Герцена, 1988. – 56 с.
20. Летанская Г.И. Современное состояние фитопланктона и тенденции его изменения в период летней стагнации озера // Ладожское озеро – прошлое, настоящее будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 165–174.
21. Науменко М.А., Каретников С.Г. Морфометрия и районирование глубин озера // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 16–49.
22. Расплетина Г.Ф., Кулиш Т.П., Петрова Т.Н. Гидрохимическая характеристика рек – притоков Ладожского озера и р. Невы // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2006. – С. 11–35.
23. Расплетина Г.Ф., Кулиш Т.П., Черных О.А., Крыленкова Н.Л., Сусарева О.М., Щербак В.А. Поступление веществ в озеро с речным стоком и вынос с водами р. Невы // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 56–71.
24. Расплетина Г.Ф., Сусарева О.М. Биогенные элементы // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 77–85.
25. Расплетина Г.Ф., Сусарева О.М. Физико-географическая и экономико-географическая характеристика водосборного бассейна Ладожского озера // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2006. – С. 6–11.
26. Румянцев В.А., Алхименко А.П., Кудерский Л.А., Соболев И.А. Концепция и проект Федерального закона «Об охране Ладожского озера». – СПб.: ИНОЗ РАН, 2008. – 109 с.
27. Румянцев В.А., Драбкова В.Г. Формирование качества воды Ладожского озера в современных условиях как основа его природных ресурсов // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию проф. Л.А.Кудерского). Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 337. – СПб.–М.: КМК, 2007. – С. 472–482.
28. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России. – СПб.: ГосНИОРХ, 2004. – 580 с.
29. Субетто Д.А. Строение, особенности и история формирования донных отложений // Ладожское озеро – прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2002. – С. 122–135.
30. Трапезников Ю.А., Ефимова Л.К. Реакция уровня Ладоги на климатические изменения // Водные ресурсы суши в условиях изменяющегося климата. – СПб.: ИНОЗ РАН, 2007. – С. 235–241.