



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Водных биоресурсов и аквакультуры

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Влияние экологического состояния оз. Ильмень на его ихтиофауну и
рыбохозяйственную деятельность в регионе

Исполнитель Перепичай Екатерина Сергеевна

Руководитель к.т.н., доцент, Королькова Светлана Витальевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

к.т.н., доц.

Королькова Светлана Витальевна

«__»_____20__г.

Санкт–Петербург

2016

Содержание

Введение	3
Глава 1. Общая характеристика озера Ильмень и его ихтиофауны.....	5
1.1. Происхождение озера Ильмень.....	5
1.2. Географическая характеристика.....	6
1.3. Основные промысловые представители ихтиофауны озера Ильмень и их краткая биологическая характеристика.....	7
Глава 2. Влияние природных и антропогенных факторов на состояние ихтиофауны.....	11
2.1. Гидрологическая характеристика.....	11
2.1.1. Уровень воды.....	12
2.1.2. Температура воды озера Ильмень и ее влияние.....	14
2.1.3. Гидрохимическая характеристики природной воды озера Ильмень.....	16
2.2. Экологическое состояние и влияющие на него антропогенные факторы.....	22
2.2.1. Оценка экологического состояния подземных водных объектов на территории речного бассейна.....	22
2.2.2. Оценка качества воды по гидробиологическим показателям.....	24
2.2.3. Оценка качества воды по химическим показателям.....	26
2.2.4. Оценка качества воды по микробиологическим показателям.....	26
2.2.5. Оценка состояния донных отложений.....	28
Глава 3. Современное состояние ихтиофауны озера Ильмень с учетом выявленного воздействия	30
3.1. Виды рыб озера Ильмень и их запасы	32
3.2. Рекомендации по дальнейшим исследованиям влияния экологической ситуации в озере Ильмень и впадающих в него реках на ихтиофауну и рыбохозяйственную деятельность.....	39
Выводы	40
Список литературы.....	41

Введение

Актуальность темы настоящего исследования определяется следующими теоретическими положениями.

Озеро Ильмень – одно из крупнейших озер Северо-Запада России, является важнейшим рыбопромысловым водоемом – по общему вылову рыбы озеро занимает первое место в Новгородской области. На долю рыб-бентофагов приходится 45% общего вылова [1].

Озеро Ильмень расположено на территории Новгородской области, в него впадают реки, протекающие по Новгородской, Псковской областям, Республике Беларусь. Для этих территорий характерны как промышленная деятельность в относительно крупных городах, расположенных на берегах рек (г. Великие Луки, Старая Русса, Боровичи, Сольцы и др), так и сельскохозяйственная в многочисленных сельских поселениях. Стоки с полей, неочищенные сточные воды, которые сбрасываются в реки бассейна озера Ильмень, могут создать экологические проблемы для самого озера. Своеобразие водоема (морфометрические и гидрологические особенности) и его большое рыбохозяйственное значение обуславливают необходимость исследования антропогенного воздействия на озеро Ильмень с целью выявления возможного загрязнения его воды и, соответственно, влияния на состояние ихтиофауны и рыбохозяйственной деятельности в регионе. Также интересным представляется оценить, наряду с антропогенным, влияние природных факторов на состояние озера Ильмень и его ихтиофауну.

Целью настоящей работы является определение экологического состояния оз. Ильмень и его влияния на ихтиофауну и рыбохозяйственную деятельность в регионе.

В соответствии с поставленной целью был сформулирован следующий круг задач:

1. Дать общую гидрогеографическую и гидрологическую характеристику озера Ильмень; определить значение влияния природных факторов на осуществление рыбохозяйственной деятельности на озере Ильмень;

2. Оценить антропогенное воздействие на озеро Ильмень и на реки, впадающие в него, оценить экологическое состояние озера Ильмень и влияние загрязнителей на ихтиофауну;

3. Дать рыбоводно-биологическую характеристику некоторым представителям ихтиофауны оз. Ильмень; оценить запасы основных промысловых рыб оз. Ильмень.

4. Оценить влияние антропогенных и природных факторов на осуществление рыбохозяйственной деятельности на озере Ильмень.

Объект и предмет исследования. Объект исследования - озеро Ильмень, реки, впадающие в него, предмет исследования - ихтиофауна этого озера, а также другие гидробионты, составляющие кормовую базу рыб озера Ильмень.

Практическая ценность работы заключается в том, что проведенные исследования могут быть использованы в решении экологических и рыбохозяйственных проблем на региональном уровне. Выводы работы могут послужить рекомендацией к более углубленному изучению экологического состояния озера Ильмень и рек, в него впадающих. Также результаты работы могут быть использованы в качестве материала для преподавания ряда учебных дисциплин рыбохозяйственного и экологического профиля, связанных с обсуждением экологического состояния водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Структура дипломной работы: выпускная квалификационная работа на 45 стр. состоит из введения, 3 глав с 15 подглавами, заключения, в котором содержатся выводы по написанной работе, списка использованной литературы в количестве 37 источников.

Глава 1. Общая характеристика озера Ильмень и его ихтиофауны

Озеро Ильмень является озером западной части Новгородской области. Относится оно к Бассейну Балтийского моря Атлантического океана.

Озеро Ильмень было признано природным памятником России. На данном этапе озеро Ильмень считается эвтрофно-гипертрофным «умирающим» водоемом, т.к. оно медленно, но все же мелеет, а также сильно заболачивается и заиливается [2].

1.1. Происхождение озера Ильмень

Озеро Ильмень относится к третьей группе эпох покровных оледенений. Приледниковые озера образовывались и размещались у внешнего края ледниковых щитов. Озера этой группы занимали понижения рельефа местности, причем кромка льда играла роль плотины, препятствующей стоку талых вод в соответствии с естественным уклоном территорий.

Сток происходил из участков озера, удалённых от края ледника. Приледниковые озера не могут возникнуть в любых условиях, т.к. необходимо наличие водораздела на некотором расстоянии от внешнего края ледникового покрова, что и обозначают впадающие в озеро Ильмень реки. Озера не могут появиться в том случае, когда ледяной щит переваливает через водораздел.

Как показывают геологические исследования, в первое послеледниковое время на месте озера Ильмень располагался обширный водоём с глубинами до 30 метров (с подпором в округе села Грузино под Чудовом), после котловина озера была заполнена речными отложениями на 90%. Прорыв Волхова и сброс Грузинского озера в Ладогу произошел около 6 тыс. лет назад. [4]

1.2. Географическая характеристика

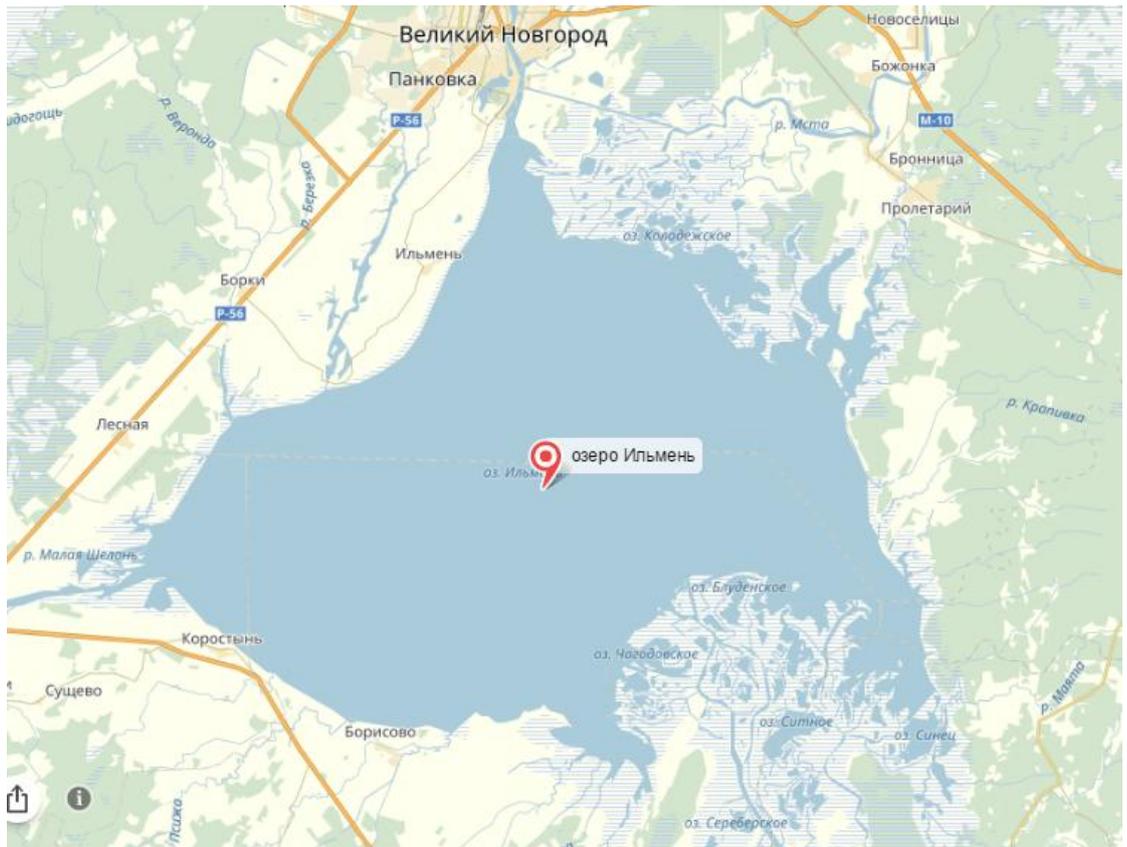


Рис. 1 - Расположение Озера Ильмень в Новгородской области на карте.

Площадь озера Ильмень колеблется от 733 до 2090 км², меняется она в зависимости от уровня воды, средним уровнем считается 982 км²; Длина озера примерно 45 км, ширина до 35 км; глубина до 10 м. Берега преимущественно низменные, заболоченные, местами — дельтовые (т.е. берега, образующиеся в дельтах (форма устья реки) рек), с множеством плоских пойменных островов и протоков; вдоль северо-западного берега вытянуты гряды, чередующиеся с впадинами; на юго-востоке и востоке болотисты.

Около пятидесяти рек впадают в озеро Ильмень. Особо крупные из них: Мста, Пола, Ловать с Полистью, Шелонь с Мшагой, Веронда, Веряжа и др. Вытекает из озера Ильмень только одна река Волхов, которая впадает в Ладожское озеро, протяженность ее 224 километра [4].

1.3. Основные промысловые представители ихтиофауны озера Ильмень и их краткая биологическая характеристика

Судак (*Sander lucioperca L.*)

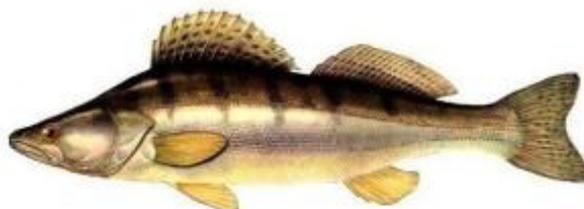


Рис. 2 - Судак (*Sander lucioperca L.*).

Судак – рыба пресных водоемов, относится к семейству окуневых и имеет несколько видов. Обитает в реках с незагрязненной водой на больших глубинах. Предпочитает температуру воды 14-18 °С. Он избегает водоемов с неблагоприятным кислородным режимом. Живет около 15 лет [18].

Внешний вид: самый крупный представитель семейства окуневых, достигающий 120 см длины и веса 12 кг, обычные размеры судака 60-70 см, вес 2-4 кг. Судак имеет острую удлинённую голову, широкий спинной плавник с острыми шипами, темные поперечные полосы на зеленовато-сером теле, оранжевый цвет оболочки глаз (рис. 2.) [15,17].

Питание: питается мелкой рыбешкой, поедает много уклейки, ельцов, пескарей и др. малоценных рыб, а также раками и лягушками. По прожорливости взрослый судак превосходит даже щуку и окуня. Судак очень активная рыба, поэтому за свою жизнь не набирает жира [14].

Размножение: половой зрелости судак достигает в возрасте 3-5 лет. Для нереста использует самый различный субстрат. Нерест происходит весной. Скорость развития икры зависит от температуры: при 9-11° С личинки вылупляются через 10-11 суток. При 18-22° С – через 3-4.

Враги: окунь, щука, угорь, сом – они поедают молодь судака [17].

Лещ (*Abramis brama L.*)

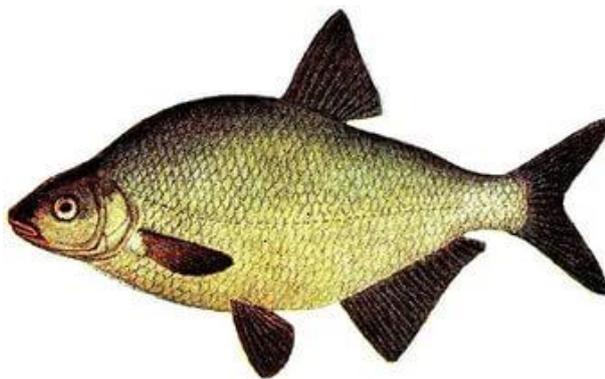


Рис. 3 - Лещ (*Abramis brama L.*) [16].

Лещ – ценная промысловая рыба. Предпочитает спокойную теплую воду с песчано-иловатым или глинистым дном, поэтому встречается в озерах и заливах рек. Продолжительность жизни около 20 лет.

Внешний вид: окрас зависит от возраста рыбы, цвета грунта и воды в водоеме, молодь серо-серебристого окраса, взрослея, лещ становится темнее, плавники у него все серые (рис. 3). Длина 45 см, вес 2-3 кг.

Питание: в пищу потребляет личинки хирономид, ручейников и других насекомых.

Размножение: Половой зрелости достигает в 4 лет при длине примерно 25 см. Самки созревают позже самцов. Нерестится судак весной при температуре воды от 12-16 °С. Самка выметывает 100-150 тыс. икринок [19].

Щука (*Esox lucius L.*)



Рис. 4 - Щука (*Esox lucius L.*) [22].

Щука - рыба семейства щуковых (*Esocidae*). Обыкновенная щука – единственный представитель этого рода, который обитает в пресных водоемах.

Внешний вид: обыкновенная щука достигает в длину 1,5 метра и веса около 35 кг. Окраска тела пятнистая, серо-зеленоватого цвета. Спина темная,

брюхо светлое (рис. 4.). Тело имеет стреловидную форму. Самцы всегда мельче самок.

Питание: рыба хищная, мальки щуки питаются планктоном, но, когда длина ее тела достигает 5 см рыба переходит на питание молодью других рыб. Например, в озере Ильмень поедает молодь судака. Из второстепенных промысловых видов озера поедают плотву, окуня, ерша, леща, густеру. Крупные щуки способны напасть на плавающую утку.

Размножение: половозрелость наступает на 4-6 год жизни, при длине примерно 30 см. Икрометание происходит при температуре от 3-6 °С. Самка выметывает от 17 до 215 тыс. икринок [23].

Синец (*Abramis ballerus L.*)

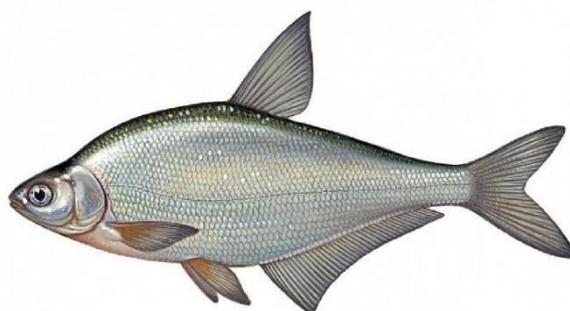


Рис. 5 - Синец (*Abramis ballerus L.*) [21].

Синец – рыба семейства карповых (*Cyprinidae*), обитает только в пресных водоемах, в море не выходит.

Внешний вид: название получил благодаря тому, что окраска тела в верхней части отликает синевой (рис. 5). Чешуя мельче, чем у леща. Длиной около 30 см и весом 600 г. Тело сильно сжато с боков, а в длину вытянуто.

Питание: основа питания синца - это зоопланктон.

Размножение: половой зрелости достигают в 3 года. Нерест с конца мая по середину июня. Самцы в этот период покрываются черными бугорками. Икру откладывают на растения [20].

Чехонь (*Pelecus cultratus L.*)

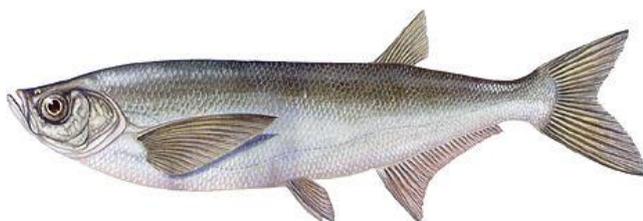


Рис. 6 - Чехонь (*Pelecuscultratus L.*) [25].

Чехонь или сабля-рыба – ценная промысловая рыба семейства карповых, относится к полупроходным видам. Внешний вид: тело сжато с боков, есть киль (кожистый нарост). Окрас сероватого цвета, бока серебристого (рис. 6). Длина тела до 50 см, вес примерно 500г.

Питание: зоопланктон, мальки рыб, воздушные насекомые.

Размножение: нерест начинается в конце весны начала лета с 3 года жизни на глубине 3-7 м. Чехонь при длине 30 см выметывает 40-45 тыс. икринок [24].

Снеток (*Osmerus eperlanus L. morpha spirinchus*)



Рис. 7 - Снеток (*Osmerus eperlanus L. morpha spirinchus*) [27].

Снеток – мелкая озерная форма европейской корюшки. Живет чуть больше года, но есть и редкие особи, которые доживают до трех лет.

Внешний вид: размеры рыбы малы, длина около 10 см, вес 6-8 г. Окрас тела серебристый (рис. 7).

Питание: всю жизнь питаются планктонными ракообразными.

Размножение: нерест происходит весной в предустьевых пространствах, впадающих в озера рек. Нерест осуществляется при температуре воды от 4°C. Икра выметывается на камни, гальку, водную растительность при глубине 15-20 см. Половая зрелость наступает в возрасте 1 года. Плодовитость от 2 тыс. икринок [26].

Глава 2. Влияние природных и антропогенных факторов на состояние ихтиофауны

2.1. Гидрологическая характеристика

Озеро Ильмень - большой и мелководный водоем на Северо-Западе РФ, образован за счет разлива трех рек (Мсты, Ловати, Шелони), впадающих в него. Сток осуществляется в Ладожское озеро через р. Волхов. Наиболее характерная особенность озера – это значительно варьирующий по годам размер и высокий коэффициент условного водообмена (смена воды просходит 4 раза в год) [7].

Помимо всего прочего озеро является регулятором стока реки Волхов, на которой работает Волховская ГЭС. Озеро и его бассейн представляют собой инерционную систему, которая может фиксировать изменения климата, но на более высоких частотах, чем вся Ладожская система. При этом меняется уровень воды в озере, а вместе с ним колеблются водные ресурсы, интенсивность внешнего водообмена и самоочищения озера, сток реки Волхов и т. п. Такие изменения уровня зависят от изменчивости и соотношения составляющих водного баланса [6].

Значительное питание озера осуществляется за счёт притока рек с весенним половодьем и зимней меженью. Наибольшие объемы стока поступают в озеро Ильмень по рекам Ловать – 6,30 км³ и р. Мста – 5,67 км³. Наименьший объем из крупных притоков приносит р. Шелонь – 2,01 км³. За показатели неустойчивого стока приняты величины минимального стока в лимитирующий месяц [32].

Колебания уровня до 7,4 м (минимальный уровень наблюдается в марте, максимальный уровень — в мае). Ледостав, т.е. становление сплошного ледяного покрова, с ноября по апрель [4].

2.1.1. Уровень воды озера Ильмень

Озеро Ильмень достаточно отличается уровенным режимом от других крупных озер РФ. Для него свойственна большая амплитуда колебаний, которая достигает 650-747 см, среднемноголетняя – 314 см. Благодаря чему сильно меняется площадь и объем водоема [28, 29].

По данным [30], при минимальной отметке уровня (16,5 м от уровня моря) площадь озера определяется величиной 770 км², объем воды – 1,5 км³, наибольшая глубина – 3 м.

По данным [28], минимальному уровню соответствует отметка 16 м с площадью 659 км² и объемом – 1,013 км³. При максимальном уровне (23,4 м) площадь озера по данным этих авторов увеличивается в три раза и достигает 2100-2230 км², объем воды возрастает до 11,6 – 12,07 км³, максимальная глубина до 9-10 м. При среднем меженном горизонте воды, соответствующей отметке 18,13 м, средняя площадь озера составляет 1090-1200 км², объем воды – 2,9-3,5 км³, наибольшая глубина 4,39 м, средняя – 2,56 м [28].

Ежегодные колебания уровня воды на озере влияют на интенсивность промысла. Если уровень низкий, то вылов растет, т.к. образуется высокая концентрация рыб на единицу площади. Соответственно, если уровень высокий – вылов снижается. Получается, что именно изменение условий среды, вызывают значительные колебания запаса рыб. Поэтому необходимо проводить ежегодные наблюдения за изменениями численности, чтобы использование ихтиофауны было рациональным.

С начала 2013 года и до 12 апреля уровень воды озера Ильмень понижался до того, как температура воздуха не стала выше 0°C (рис. 8). Как только температура превысила ноль, уровень стал возрастать, т.к. береговой сток стал интенсивно увеличиваться, а также началось таяние льда в озере. Средняя скорость его весеннего подъема в 2013 г. составила 17,5 см/сутки.

После интенсивного весеннего увеличения уровня оз. Ильмень 6-7 мая он достиг внутригодового максимума и до конца 1 декады этого месяца практически не изменялся. Затем в его динамике наметился сезонный

отрицательный тренд. Понижение уровня озера продолжался до второй половины октября [3].

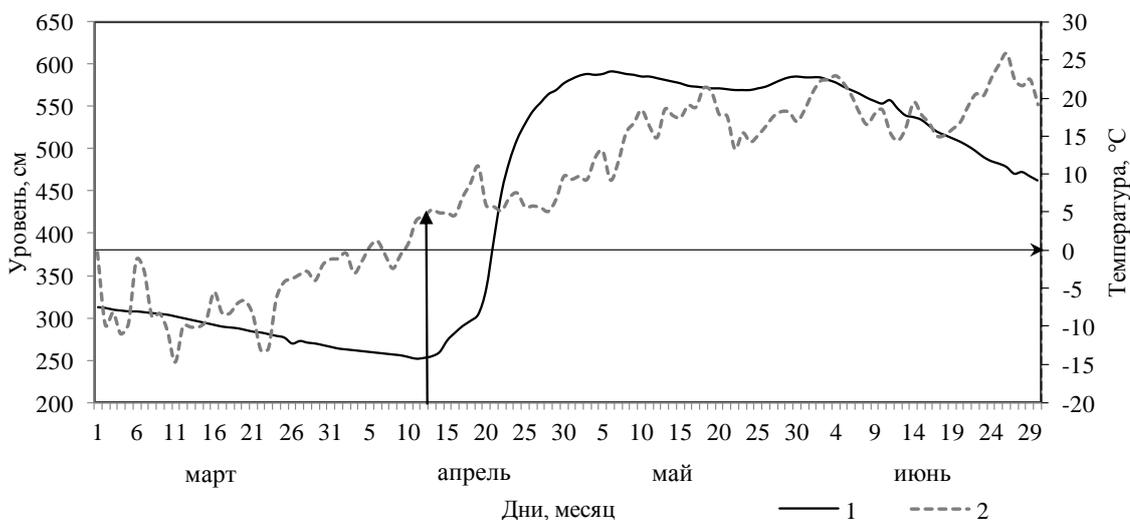


Рис. 8 - Изменения среднесуточного уровня оз. Ильмень (1) и температуры воздуха в Великом Новгороде (2) в марте-июне 2013 г.

Если сравнить уровень воды озера Ильмень в 2012 и 2013 году (Таблица 1), то можно заметить, что в 2013 году он выше с мая по июль. В мае высота уровня достигла сезонного максимума и составила 579 см, на 60 см превысив норму и на 25 см высоту 2012 г. Во все летние месяцы 2013 г. его отклонения от среднемноголетних значений были положительными с тенденцией их уменьшения от июня к августу.

Средний уровень оз. Ильмень за апрель-октябрь 2013 г. только на 9 см превышал среднемноголетнее значение и на 11 см высоту в 2012 г. Соответственно и его площадь была больше по сравнению с прошлым годом и нормой (таблица 1) [3].

Таблица 1. Уровень (см) и площадь (км²) оз. Ильмень в 2012 - 2013 гг. и по средним многолетним данным за 1968-2010 гг.

Год	Параметр	Месяц							Средний за IV-X
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2012	уровень	404	554	457	375	297	257	257	371
	площадь	1272	1640	1398	1212	1084	1009	1009	1206
2013	уровень	352	579	527	409	321	257	235	382
	площадь	1169	1684	1587	1283	1122	1009	964	1226
Средние многолетние	уровень	444	519	441	361	302	274	272	373
	площадь	1365	1568	1358	1186	1093	1040	1036	1208

Нестабильность уровня воды влияет на запасы озера. Из-за того, что приточность озера очень низкая, существует обеспокоенность из-за возможного уменьшения рыбных запасов озера.

2.1.2. Температура воды озера Ильмень и ее влияние

В последние десятилетия во всем мире, в том числе и озерах Северо-Запада России наблюдается изменение климата, особенно это касается фактора его потепления. Одной из ответных реакций гидробионтов на потепление окружающей среды является изменение их численности и биомассы. Поэтому, чтобы понять, насколько температура влияет на гидробионтов, необходимо проанализировать по периодам среднемесячные многолетние температуры.

Водные массы озера осенью 2011 и 2012 гг. были значительно теплее, чем в 2013 г. (рис. 9.).

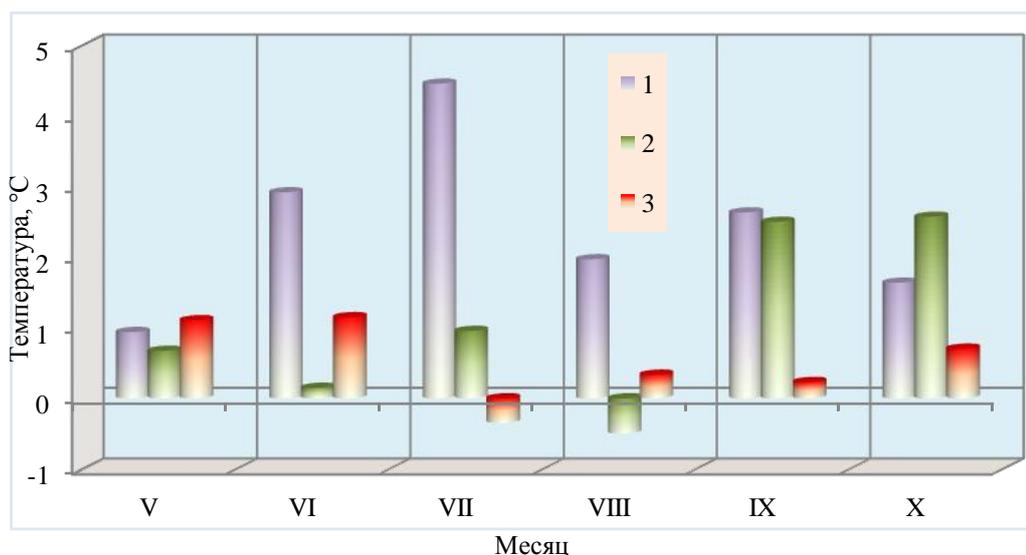


Рис. 9 – Среднемесячные аномалии температуры поверхностного слоя воды оз. Ильмень в 2011 г. (1), 2012 г. (2) и 2013 г. (3)

Положительная аномалия средней температуры воды в мае-октябре 2013 г., когда лед на оз. Ильмень чаще всего отсутствует, составила 0,5 °С. Этот год является продолжением современного теплого периода, когда после похолодания 1992-1999 гг., теплосодержание вод все последующие годы превышало норму. После максимального потепления, которое пришлось на 2010-2011 гг., температура воды затем от года к году понижалась, оставаясь выше нормы (рис. 10.). По этому показателю 2013 г. занимает 28 место при

ранжировании данных с 1945 г. по уменьшению средней в мае-октябре температуры. Ближайшим годом-аналогом для 2013 г. является 2008 г., года температура оз. Ильмень за безледный период была лишь на 0,1 °С выше [3].

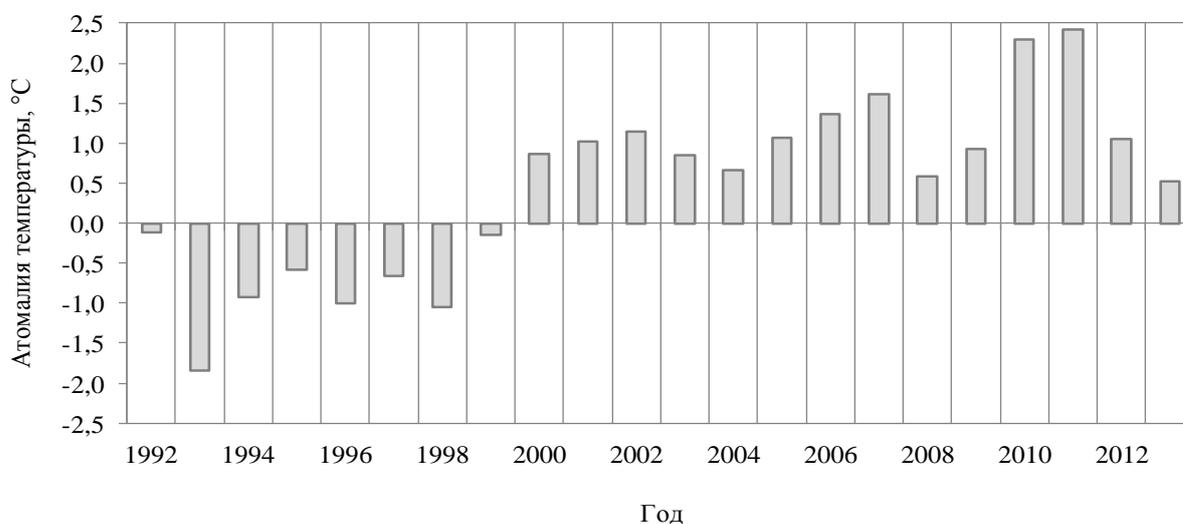


Рис. 10 - Межгодовые изменения средней температуры воды оз. Ильмень в мае-октябре 1992-2013 гг.

По данным Новгородского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [3], на оз. Ильмень в районе гидрологического поста до конца апреля 2013 г. наблюдался ледостав. В связи с этим измерения температуры воды в этом водоеме начались с 1-го мая, когда ее среднесуточное значение составило 3,6 °С. Уже на следующий день она превысила отметку 4 °С и в последующие дни продолжала увеличиваться. В 2012 году температура воды перешла рубеж 4 °С в конце второй декады апреля. 6 мая 2013 г. ее среднесуточная величина составила 8,0 °С, а на следующий день увеличилась на 2,6 °С и затем не опускалась ниже 10 °С. В 2012 г. средняя температура воды в оз. Ильмень достигла этого значения на трое суток позже. В 2013 г. в течение 147 дней среднесуточная температура превышала 10 °С, что соответствует среднемноголетней величине и только на 3 дня этот период был короче, чем в прошлом году.

Средняя температура воды оз. Ильмень в мае 2013 г. была на 0,2-0,4 °С выше, чем в 2012 и 2011 гг. Уже в следующем месяце различия между эти годами оказались значительными. В июне 2013 г., как и в предыдущий месяц, тепловое состояние вод озера на 1,1 °С превысило среднемноголетний уровень

и было на 1,0 °С выше, чем в 2012 г., но на 1,8 °С ниже, чем в 2011 г. Следует отметить, что 2011 г. является гидрологически самым теплым за период наблюдений с 1945 г. [3].

В мае за период 1945-1970 гг., температура воды составляла 11°С, за период 1971-2000 гг. была равна 12,2°С, а с 2001-2008 гг. равна 13°С. Отсюда можно сделать вывод, что среднемесячная температура воды оз. Ильмень в мае за период 1945-2008 гг. поднялась в среднем на 2 С. [5]

2.1.3. Гидрохимическая характеристика

Химический состав вод притоков очень различен, что определяет гетерогенность состава вод отдельных участков озера. При впадении вод озера в р. Волхов все гидрохимические параметры вполне однородны [1].

Река Волхов несет в Ладугу, главным образом, воды Ильменя и его притоков. Долина Волхова прорезает две древнейшие палеозойские системы: девонскую и силурийскую. Это все в значительной мере обуславливает своеобразие ионного состава воды Волхова, в частности, преобладание хлоридов над сульфатами. Воды реки Волхов характеризуются повышенной окисляемостью. Она увеличивается от истока к устью. Повышение содержания органического вещества от истока к устью вызывается внесением в реку притоками болотных вод.

Благодаря сильному ветровому перемешиванию наблюдается высокое содержание кислорода. Даже сильное цветение воды в начале сентября не дает каких-либо существенных изменений в содержании минеральных форм азота и фосфора [10].

По материалам наблюдений Новгородского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [31], , на 5 створах оз. Ильмень в течение 2013 г. не отмечено значительных пространственных изменений содержания в воде растворенного кислорода. Минимальное значение этого газа зафиксировано весной на акватории вблизи впадения р. Веряжа (8,7 мг/л – поверхностный слой; 8,5 мг/л – придонный слой), а

максимальное – осенью в центральной части озера (11,5 мг/л – поверхностный слой; 11,3 мг/л – придонный слой). В течение года отсутствовала хорошо выраженная вертикальная стратификация вод по содержания в них кислорода. По данным осредненным по акватории оз. Ильмень максимальное различие содержание газа между поверхностным и придонным слоями составило лишь 0,4 мг/л (таблица 2.). Во все сезоны 2013 г. кроме осени растворенного кислорода в воде было больше, чем в 2012 г.

Таблица 2. Содержание основных биогенных элементов в водах оз. Ильмень в 2013 г. [31]

Биогенный элемент	Поверхностный слой					Придонный слой				
	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень	год
Кислород, O ₂ , мг/л	10,5	9,5	9,3	11,3	10,1	10,7	9,1	9,2	11,2	10,1
O ₂ , % насыщения	76	97	105	97	94	77	91	101	97	92
Углекислый газ, CO ₂ , мг/л	9,3	1,7	1,3	2,5	3,7	9,1	1,7	1,4	2,5	3,7
Азот аммонийный, NH ₄ ⁺ , мг/л	0,018	0,019	0,004	Не обн	0,010	0,024	0,020	0,005	Не обн	0,01
Азот нитритный, NO ₂ ⁻ , мг/л	Не обн	0,009	Не обн	Не обн	0,000	Не обн	0,010	Не обн	Не обн	Не обн
Азот нитратный, NO ₃ ⁻ , мг/л	0,447	0,762	0,016	0,088	0,33	0,495	0,785	0,023	0,103	0,35
Сумма минеральных азотных соединений, мг/л	0,46	0,79	0,02	0,09	0,34	0,52	0,82	0,03	0,10	0,37
Фосфор общий, мг/л	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07
Кремнекислота, SiO ₂ , мг/л	3,14	2,57	2,59	2,14	2,61	3,15	2,44	2,57	2,07	2,56
Железо общее, Fe, мг/л	0,70	0,64	0,32	0,28	0,48	0,75	0,67	0,34	0,29	0,51

Наибольшее недосыщение кислородом вод оз. Ильмень до 100 % наблюдалось зимой 2013 г., а их пересыщение – летом в период наиболее интенсивного развития фитопланктона и макроводорослей. В 2013 г. зимой и весной процент насыщения вод кислородом, как в поверхностном, так и в придонном слоях был значительно выше, чем в предыдущем. Летом отмеченные различия уменьшились, а осенью ситуация изменилась на противоположную, поскольку в этот сезон 2013 г. недосыщение составило

только 3%, тогда как в 2012 г. содержание этого газа в водах оз. Ильмень имело сезонный максимум, 113-114% (рис. 11.).

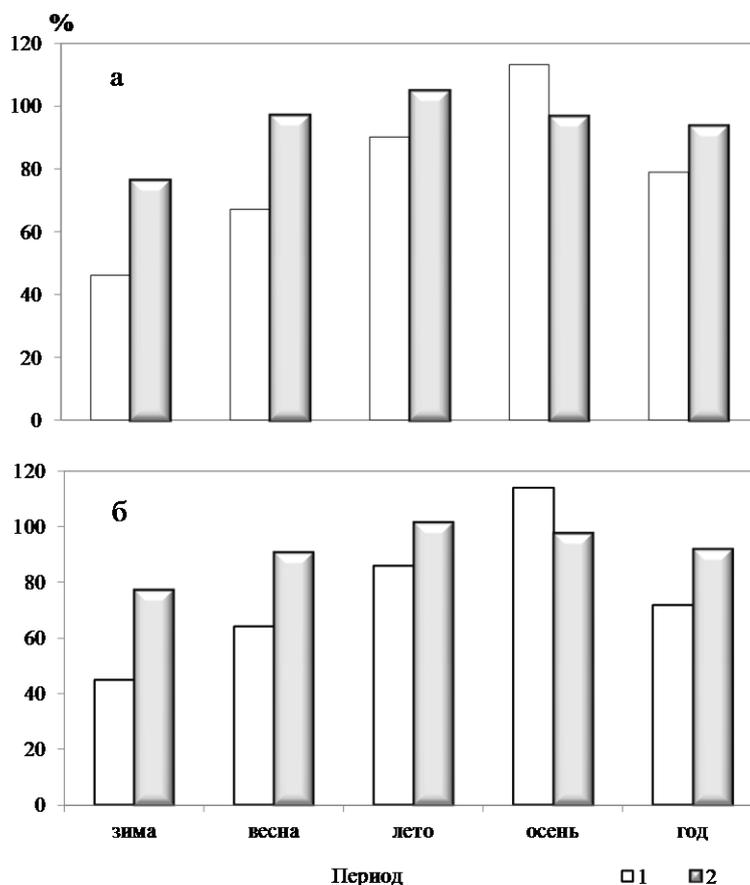


Рис. 11 - Степень насыщения вод оз. Ильмень кислородом (%) поверхностного (а) и придонного (б) слоев в 2012 (1) и в 2013 (2) гг.

Содержание углекислого газа, необходимого в воде оз. Ильмень, как и других химических элементов, которые используются при образовании первичной продукции, имеет хорошо выраженный сезонный ход. По сравнению с 2012 г., в 2013 г содержание углекислого газа в воде было на 20-25% меньше.

Проведенные исследования показали [31], что зимой при практическом отсутствии процесса фотосинтеза содержание основных биогенных элементов (азот, фосфор, кремний) в воде оз. Ильмень достаточно высокое, поскольку идет минерализации органических останков в донном грунте. Весной в период паводка их концентрация достигает сезонного максимума и понижается летом до минимальных концентраций в результате истощения химических элементов при развитии фитопланктона.

Отмеченная сезонная динамика наблюдалась в изменчивости суммарной концентрации минеральных соединений азота вод оз. Ильмень в 2013 г. Зимой их суммарная концентрация была достаточно высокой (0,46 мг/л) по сравнению с осенью прошлого года. Сезонный максимум наступил весной, а минимум – летом, составив 0,02 мкг/л. Осенью концентрации минеральных соединений азота увеличилась по сравнению с теплым периодом за счет начавшихся процессов минерализации органики (см. таблицу 2.). Однако в 2013 г. во все сезоны года содержание азота в воде оз. Ильмень было меньше, чем в 2012 г. Наиболее значительные различия наблюдались зимой и весной (рис. 12.).

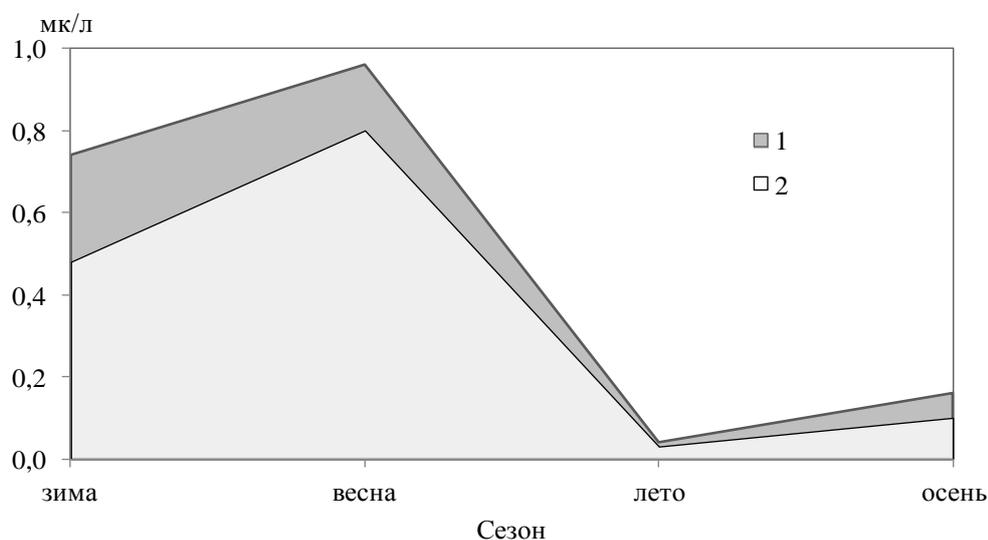


Рис. 12 – Сезонный ход суммарного содержания азотных соединений в оз. Ильмень в 2012 г. (1) и 2013 г. (2)

В 2013 г. в сезонном ходе содержания в воде оз. Ильмень таких биогенных элементов, как кремний и железо, наблюдалась тенденция уменьшения ее значений от зимы к осени, а внутригодовые колебания общего фосфора были незначительны (см. таблицу 2.). Концентрация в воде первых двух биогенов в 2013 г. почти в 2 раза превышала таковую в 2012 г. Содержание фосфора в воде озера в сравниваемые годы было практически одинаковым, а концентрация кремнекислоты значительно превышала остальные два биогенных элемента.

Ионный состав воды оз. Ильмень в основном формируется за счет притока вод рек Ловать и Шелонь. В его динамике в многоводные годы

наблюдается зимний и летний максимумы и весенний и осенний минимумы. Однако в 2013 г. в изменчивости концентрации солей при такого чередования экстремумов не наблюдалось. Основной максимум ионом гидрокарбонатов кальция и магния пришелся на зимний период. Для хлоридов, сульфатов и калия он был отмечен осенью, а натрия летом. Минимальная концентрация всех солей, за исключением сульфатов, наблюдалась весной (таблица 3.) при максимальном уровне воды в оз. Ильмень. В те же сезоны были зафиксированы их экстремумы и в 2012 г. при более высоком содержании ионов по сравнению с 2013 г.

Таблица 3. Концентрация главных солей вод поверхностного и придонного слоев (мг/л) оз. Ильмень в различные сезоны 2013 г. и в среднем за год

Солевой состав	Поверхностный слой					Придонный слой				
	зима	весна	лето	осень	ГОД	зима	весна	лето	осень	ГОД
Гидрокарбонаты, HCO_3^-	112	62	82	88	86	115	59	81	88	86
Кальций, Ca^{2+}	34,6	19,4	25,8	26,0	26,4	35,9	18,8	25,3	25,7	26,4
Хлориды, Cl^-	24,2	12,9	18,5	29,5	21,2	27,5	13,6	18,2	29,5	22,2
Сульфаты, SO_4^{2-}	10,3	11,3	12,5	16,6	12,7	10,8	9,6	12,1	16,2	12,2
Магний, Mg^{2+}	7,9	4,6	5,5	6,2	6,0	8,1	4,4	5,6	6,5	6,2
Натрий, Na^+	4,3	5,3	9,9	8,2	6,9	5,6	4,4	9,6	8,0	6,9
Калий, K^+	2,4	1,1	1,6	2,6	1,9	2,2	0,9	1,5	2,6	1,8

Основную массу органического вещества в оз. Ильмень дает фотосинтез фитопланктона, что в два раза превышает его поступление с речными водами, Причина - поступление поверхностных и подземных вод, атмосферных осадков, промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Их общее содержание в воде определяется методом бихроматной окисляемости, или химическое потребление кислорода (ХПК).

Окисляемость испытывает сезонные колебания, особенности которого определяются поступлением органических веществ с водосбора и гидробиологическими процессами. В 2013 г. наибольшее среднее ХПК по акватории съемки во всей толще вод оз. Ильмень отмечено зимой и весной (73,8 - 76,4 мг/л). В эти сезоны на некоторых его участках этот показатель

достигал 80 мг/л. Его минимум пришелся на лето (таблица 4.). Абсолютным минимум бихроматной окисляемости был отмечен в конце августа в центральной части водоема и составил 13 мг/л. Ее среднее значение для всех сезонов в 2013 г. на 10-11 мл/л превышало таковое, зафиксированное в 2012 г.

Таблица 4. Показатели вод поверхностного и придонного слоев оз. Ильмень в различные сезоны 2013 г. и в среднем за год

Показатель	Поверхностный слой					Придонный слой				
	зим а	вес на	лет о	осе нь	год	зим а	вес на	лет о	осе нь	год
Окисляемость бихроматная, мг/л	75,4	73,8	37,7	46,3	58,8	76,4	74,8	44,3	47,2	62,4
БПК ₅ , мг/л О ₂ /л	1,7	2,7	2,5	3,8	2,7	1,6	2,5	2,6	3,9	2,6
pH	7,9	7,7	8,1	8,1	8,0	7,9	7,6	8,1	8,1	7,9
Прозрачность, см	25	23	19	13	20	17	22	12	13	19
Цветность, град	195	169	130	215	177	195	161	132	220	177

Присутствие в воде нестойких органических соединений определяют по количеству кислорода, необходимого для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях. Для этого используется показатель биохимического потребления кислорода за 5 суток (БПК₅). Его сезонные изменения зависят в основном от температуры и исходной концентрации растворенного кислорода.

Зимой 2013 г. БПК₅ составляло 1,6-1,7 мг/лО₂/л, что соответствует низкому уровню содержания в воде оз. Ильмень нестойких органических соединений. Весной и летом этот показатель увеличился до 2,5-2,7 мг/лО₂/л (см. таблицу 4) и превысил предельно допустимую концентрацию (ПДК), а осенью достиг сезонного максимума (3,8-3,9). В 2012 г. значения БПК₅ были ниже, чем в 2013 г., за исключением зимы.

Показатель pH характеризует наличие кислотно-щелочного равновесия или его отсутствие в каком-либо растворе, значение которого зависит от соотношения между положительно заряженными ионами (формирующими кислую среду) и отрицательно заряженными ионами (формирующими щелочную среду). Средняя величина pH вод оз. Ильмень от поверхности до дна по данным всех сезонов составлял 8,0, что на 0,3 единиц больше, чем в 2012 г.

Эти значения водородного показателя указывают на то, что воды озера являются слабощелочной средой.

Зимой 2013 г. средняя прозрачность вод поверхностного слоя оз. Ильмень составляла 25 см. В последующие два сезона она уменьшалась на 2-4 см, а осенью достигла минимума в 13 см. Сезонная динамика средней прозрачности вод придонного слоя оз. Ильмень заметно отличалась от изменчивости этого показателя в верхнем слое. Наибольшая прозрачность в 22 см наблюдалась весной, а наименьшая летом (12 см). Осенью она лишь незначительно превышала сезонный минимум. Среднегодовая прозрачность вод придонного слоя была на 4 см меньше, чем поверхностных вод.

В 2013 г. среднегодовая цветность воды оз. Ильмень, как в поверхностном, так и в придонном слоях составляла 177 градусов, что на 32 градуса больше, чем в 2012 г. В течение года цвет в озере меняется от желтовато-бурого до зеленого при цветении сине-зеленых микроводорослей и желто-оливкового при массовом развитии диатомовых.

2.2. Экологическое состояние и влияющие на него факторы

2.2.1. Оценка экологического состояния подземных водных объектов на территории речного бассейна

Промышленные и сельскохозяйственные предприятия, крупные города и населенные пункты все в большом количестве сбрасывают в реки и озера недостаточно очищенные или вовсе не очищенные, хозяйственно-бытовые воды, содержащие вредные компоненты, в количествах значительно превышающих допустимые нормы [11].

В 1980-х годах процент использования водных ресурсов Волхов-Ильменского бассейна в целом был невысок, если не учитывать загрязнения вод в результате сброса в реки и озера недостаточно очищенных стоков [10].

К сожалению, очистные сооружения часто работают не эффективно. Многие реки бассейна, например, Улинка, Песь, Кереть и другие - в результате

систематического загрязнения превращаются в безжизненные потоки, несущие отходы промышленности и жизнедеятельности людей. Кроме систематического загрязнения, на реках бассейна наблюдаются так называемые "залповые" аварийные сбросы отравленных вод, вызывающие массовую гибель рыбы, делающие воду совершенно непригодной для использования населением. Даже на таких крупных реках бассейна, как Мста и Волхов, имеет место заметное ухудшение качества воды. В среднем течении Мсты, в верхнем и среднем течении Волхова сосредоточены наиболее мощные источники загрязнения. От загрязнения Волхова сточными водами страдает Новгород. Положение усугубляется тем, что в результате подпора этой реки периодически наблюдается обратные течения в районе Новгорода и сточные воды попадают в пределы города и в озеро Ильмень [11].

Необеззараженные и неочищенные сточные воды вызывают интенсивное бактериальное загрязнение воды открытых водоемов, что вызывает опасность инфекционных заболеваний.

Несмотря на интенсивное загрязнение открытых водоемов, используемых для культурно-оздоровительных, рыбохозяйственных целей и централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, строительство очистных канализационных сооружений на промышленных предприятиях осуществляется крайне медленно [12].

На 01.12.2011 года на территории Новгородской области загрязнению подвержены подземные воды девонского водоносного комплекса. Компонентами загрязнения являются двуокись кремния, нефтепродукты, аммоний, нитраты и хлориды. На водозаборе Гверстянка-БКО (г. Боровичи) в подземных водах зафиксирован компонент высокоопасного класса – литий в количестве 4,0 ПДК[32].

2.2.2. Оценка качества воды по гидробиологическим показателям

Регулярные гидробиологические наблюдения на реках бассейна реки Волхов не производятся. Для характеристики гидробиологического состояния использованы результаты единовременных гидробиологических наблюдений, выполненных Институтом Озероведения РАН на оз. Ильмень и его притоках в 1996-1999 гг., в которых степень загрязнения речных вод оценивалась по величинам индексов Шеннона и Вудивисса.

Оценка качества воды по анализу сообществ макрозообентоса была выполнена для девяти основных притоков озера Ильмень в створах выше и ниже крупных населенных пунктов (р. Шелонь – гг. Сольцы, Шимск; р. Полисть – г. Старая Русса; р. Перетна – г. Окуловка; р. Мста – г. Боровичи; р. Волхов – г. В. Новгород; р. Кереть – г. Чудово) (Таблица 3). Одновременно исследовалось содержание в этих створах биогенных веществ. Исследования были выполнены в сентябре 1998 года.

Степень загрязнения речных вод оценивалась по величинам индексов Шеннона и Вудивисса (см. табл.5).

Таблица 5. Оценка качества воды в реках, впадающих в озеро Ильмень, по индексам Шеннона и Вудивисса

Место отбора проб	Створ	Число видов	Общее число, инд/м ²	Общая биомасса, г/м ²	Индексы		Качество воды
					Шеннона	Вудивисса	
Р.Шелонь – выше г.Сольцы	12	42	1733	15.36	4.68	15	Очень чистая
Р.Шелонь – ниже г.Шимска	12	22	2867	20.73	3.44	9	Чистая
Р.Полисть – выше г.Ст. Русса	9	25	2107	8.11	3.70	10	Чистая
Р.Полисть – ниже г.Ст. Русса	9	23	6853	12.44	1.69	10	Чистая
Р.Пола	9	25	1507	5.97	3.93	11	Очень чистая
Р.Ловать	9	20	1067	6.25	3.13	9	Чистая
Р.Перетна – выше г.Окуловка	6	23	1920	45.41	3.40	10	Чистая
Р.Перетна – ниже г.Окуловка	6	4	383	0.29	1.32	2	Загрязненная
Р.Мста – выше г. Боровичи	5	25	3107	16.84	3.72	10	Чистая
Р.Мста – ниже г. Боровичи	6	16	760	99.19	3.06	5	Умеренно загрязненная
Р.Мста – устье	6	20	1040	2.14	3.55	10	Чистая
Р.Вишера	14	28	1933	158.39	3.73	10	Чистая
Р.Волхов – выше г.В.Новгород	14	19	8773	25.29	1.06	8	Чистая
Р.Волхов – ниже г.В.Новгород	15	28	4240	191.62	3.47	10	Чистая
Р.Волхов – выше устья р. Кереть	15	18	1640	37.14	3.31	8	Чистая
Р.Волхов – ниже устья р. Кереть	15	15	8107	30.05	1.19	4	Умеренно загрязненная
Р.Кереть – выше г.Чудово	15	31	4013	34.27	2.94	12	Очень чистая
Р.Кереть – ниже г.Чудово	15	19	1040	5.49	3.57	5	Умеренно загрязненная

На большей части створов воды могут быть классифицированы как "очень чистые и чистой, за исключениями створов ниже городов Окуловка, Боровичи, Чудово. Здесь влияние органических и питательных веществ наблюдалось из-за плохой очистки сточных вод.

Таблица 6. Результаты сапробиологического анализа исследованных видов в реках

№	Река, створ	Число видов-индикаторов							Сумма видов	Характеристика
		о	о-β	β	β-α	α	р	NE		
1	р. Шелонь – выше г. Сольцы	8	0	17	1	5	0	12	43	β-мезосапробные
2	р. Шелонь – ниже г. Шимска	3	1	1	2	4	0	11	22	α-мезосапробные
3	р. Полисть – выше г. Старая	3	1	5	1	7	1	7	25	β-мезосапробные
4	р. Полисть – ниже г. Старая	2	1	2	1	7	2	8	23	α-мезосапробные
5	р. Пола	6	0	6	1	6	0	6	25	β-мезосапробные
6	р. Ловать	2	1	3	0	5	0	9	20	α-мезосапробные
7	р. Перетна – выше г. Окуловка	2	0	4	0	2	2	13	23	β-мезосапробные
8	р. Перетна – ниже г. Окуловка	0	0	0	0	0	1	3	4	р-полисапробные
9	р. Мста – выше г. Боровичи	4	0	9	1	5	0	6	25	β-мезосапробные
10	р. Мста – ниже г. Боровичи	2	0	5	0	2	1	6	16	β-мезосапробные
11	р. Мста – устье	4	0	2	0	4	0	10	20	α-мезосапробные
12	р. Вишера	1	1	8	0	4	1	13	28	β-мезосапробные
13	р. Волхов – выше г.В.Новгород	3	0	4	0	3	0	9	19	β-мезосапробные
14	р. Волхов – ниже г.В.Новгород	2	0	6	1	4	1	14	28	β- мезосапробные
15	р. Волхов – выше устья р	1	0	1	2	3	1	10	18	α-мезосапробные
16	р. Волхов – ниже устья р	2	1	0	0	3	2	7	15	α-мезосапробные
17	р. Кересть – выше г. Чудово	3	0	6	1	7	1	13	31	β-α-мезосапробные
18	р. Кересть – ниже г. Чудово	0	0	3	2	5	1	8	19	α-мезосапробные

Анализ индикаторной значимости таксономического состава макрозообентоса показал, что речная вода в девяти реках в районе оз. Ильмень в большинстве случаев может быть классифицирована как «очень чистая» или «чистая» с α- и β-мезосапробным уровнем загрязненности органическими веществами. т.е. полученные гидробиологическое показатели свидетельствуют об экологическом благополучии в притоках оз. Ильмень.

Но на участках рек ниже городов Окуловка, Боровичи, Чудово уровень сапробности (трофии) выше, в связи со сбросом недостаточно-очищенных сточных вод [36].

2.2.3. Оценка качества воды по химическим показателям

Специфические загрязнения (нефтепродукты, СПАВ, фенолы, фториды, формальдегид). Загрязнение нефтепродуктами нестабильное, в отдельные годы практически полностью отсутствует на всех реках бассейна (2002, 2004, 2006 гг.). В 2000 году отмечалось высокое загрязнение нефтепродуктами до 30 ПДКр/х на рр. Мста, Шелонь, Веронда и Веряжа. Частота превышений ПДКр/х в бассейне от 10 до 30% от общего количества отобранных проб. Измерения содержания в речных водах фенолов выполнялись лишь в последние 3 года. Согласно измерениям, содержание фенолов в реках бассейна на уровне природных значений – не выше 2-3 ПДКр/х. Содержание СПАВ практически не превышало ПДКр/х на всех реках бассейна в течение всего рассмотренного периода измерений. Наблюдались отдельные единичные превышения ПДК не более чем в 1,7 раза. Максимальное превышение ПДКр/х отмечено на р. Ловать в период весеннего половодья – до 5 ПДКр/х [37].

Для озера Ильмень характерны высокие значения ХПК в меженный период, повышенное содержание нитратного азота, минерального фосфора, высокое в отдельных точках содержание нефтепродуктов, марганца и меди. Аномально высоким для озерных вод является высокое содержание взвешенных веществ – более 20 мг/л, что объясняется как влиянием гидродинамического режима в мелководном водоеме, так и возрастом (стадией развития) озера. Под воздействием процессов заиливания и заноса ложа озера речными наносами озеро Ильмень представляет собой в настоящее время «умирающий» эвтрофно-гипертрофный водоем. Гидробиоценоз озера в качественном и количественном отношении в последние годы не претерпел видимых изменений под воздействием антропогенных факторов. [29]

2.2.4. Оценка качества воды по микробиологическим показателям

По данным лабораторных исследований ФГУ «Центр гигиены и эпидемиологии в Новгородской, Псковской и Тверской областях» [33], в целом остается высокой доля неудовлетворительных проб из источников

водоснабжения как по санитарно-гигиеническим, так и по микробиологическим показателям. В Новгородской области процент проб, не удовлетворяющих санитарно-химическим нормативам, для водоемов I категории за 2006-2010 годы достигал 55-78%. По микробиологическим показателям для водоемов I категории превышения по Новгородской области за тот же период составляли до 35-45% (Таблица 7).

Таблица 7. Динамика качества поверхностных водоемов в Новгородской области и РФ по санитарно-химическим и микробиологическим показателям (% неуд. проб)

Категория водоема	2006 год		2007 год		2008 год		2009 год		2010 год
	Обл.	РФ	Обл.	РФ	Обл.	РФ	Обл.	РФ	Обл.
Санитарно-химические показатели									
I	62,5	62,5	78,1	28,3	63,29	31,2	67,28	21,9	54,82
II	50,7	50,7	53,3	27,5	43,95	25,3	45,71	24,1	41,64
Микробиологические показатели									
I	35,9	23,6	35,0	20,6	38,7	18,7	45,34	17,8	36,48
II	37,6	23,8	33,7	23,2	31,28	23,4	31,03	23,1	39,08

Состояние водного объекта по микробиологическим показателям в Новгородской области по данным исследований 2012 года неудовлетворительно. По содержанию общих колиформных бактерий (ОКБ) нормативы превышаются в 1,2–13 раз. Особенно велики загрязнения в устьях рек Мсты, Шелони, Ниши, Веряжи, в Великолукской части Ловати. По содержанию термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ) – в 6-8 раз. Содержание колифагов, патологической флоры и гельминтов – в норме. Данные микробиологических исследований, особенно термотолерантные колиформы, свидетельствуют о фекальном загрязнении вод рек, впадающих в озеро Ильмень, что является следствием отсутствия очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и прямого их сброса в реки.

2.2.5. Оценка состояния донных отложений

Результаты санитарно-бактериологических и санитарно-паразитологических исследований донных отложений приведены в таблице (Таблица 8). Оценка санитарного состояния донных отложений проводилась по нормативам, принятым для почв. По паразитологическим показателям все пробы относятся к категории «чистая». По микробиологическим (Индекс БГКП - бактерий группы кишечной палочки) донные отложения реки Волхов относятся к категории «опасная», а реки Мста – «умеренно опасная».

Таблица 8. Результаты санитарно-бактериологических и санитарно-паразитологических исследований донных отложений

№ пробы	Яйца, личинки гельминтов, экз/кг	Цисты кишечных простейших, экз/100 г	Индекс БГКП, КОЕ/г	Индекс энтерококков клеток/г	Патогенные бактерии, сальмонеллы в 1 г (индекс)
р.Волхов	0	0	100	<1	0
р.М.Вишера	0	0	1	<1	0
р.Мста	0	0	10	<1	0

Из всех исследованных металлов только медь преобладает в устойчивой форме в местах впадения рек Шелонь, Ловать и Веряжа. Это позволяет предположить возможность загрязнения водной среды оз. Ильмень при поступлении из донных отложений таких тяжелых металлов, как Cu, Mn, Zn, Pb. Из-за мелководности (средняя глубина составляет 4 м, а в меженный период — 2—3 м) и подверженности сильному влиянию ветрового волнения в озере происходит интенсивное перемешивание воды, что может вызвать вторичное загрязнение водной толщи озера тяжелыми металлами, которые ранее входили в состав донных отложений [34]. Значения концентрации нефтепродуктов в донных отложениях озера Ильмень приведены в таблице (Таблица 9).

Из приведённых данных следует, что наибольшие концентрации нефтепродуктов в донных отложениях озера отмечаются в истоке р. Волхов,

что может быть связано с развитием судоходства, и в центре оз. Ильмень, в зоне с наименьшей скоростью течения, являющейся в силу этого естественным «сборником» загрязнителей, как приносимых водами 46 впадающих рек, так и попадающих в озеро непосредственно.

Таблица 9. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях оз. Ильмень

Номер пробы	Место отбора	Содержание нефтепродуктов, мг/г
1	Впадение р. Ловать	12,18
2	Впадение р. Шелонь	0,94
3	Центр оз. Ильмень	38,88
4	Впадение р. Мста	14,33
5	Исток р. Волхов	113,9

Степень загрязненности донных отложений нефтепродуктами определяют по превышению концентраций относительно «фона» или «условного фона», в качестве которого используются концентрации нефтепродуктов в донных отложениях, отобранных в исследуемом водном объекте выше возможных источников загрязнения. «Фон», обусловленный наличием нефтепродуктов естественного происхождения, составляет для большинства водных объектов 0,01—0,30 мг/г. В этом случае концентрации нефтепродуктов в донных отложениях оз. Ильмень могут быть оценены как повышенные.

Результаты химического анализа проб донных отложений показали, что для тяжёлых металлов характерно повышенное содержание подвижных форм по отношению к устойчивым формам, что делает возможным переход тяжелых металлов, не находящихся в прочно связанной форме, в воду при химическом воздействии на донные отложения [35].

Глава 3. Современное состояние ихтиофауны озера Ильмень

Озеро Ильмень является доминирующим водоёмом промышленного рыболовства. На его долю приходится 80 - 90% общего улова в бассейне. Проводились мероприятия по реконструкции ихтиофауны озера: увеличение добычи малоценных рыб и лимитирование вылова ценных рыб – леща, судака, щуки. Значительная часть улова в озере приходится на мелкий частик (62%), в котором преобладающее значение имеет синец. Промысловое рыболовство в реках, впадающих в оз. Ильмень, ведётся только в устьевых их частях. В соответствии с приказами Роскомрыболовства № 818 от 17.09.2009 и № 191 от 16.03.2009 озеро Ильмень является рыбохозяйственным водоемом первой категории [33].

За последние сто лет направление рыболовства на оз. Ильмень неоднократно менялось. Уловы также были подвержены периодическим колебаниям как в количественном отношении, так и по качественному составу. Все эти изменения происходили на фоне внутривековых колебаний климатических факторов (температурного режима и водности бассейна), вызываемых солнечной активностью, которые существенно влияли на естественное воспроизводство промысловых рыб, определяя «урожайные» и «неурожайные» периоды [9].

За период существования промысловой статистики на оз. Ильмень максимальные уловы достигали: в 1912 г. — 3,5 тыс. т, в 1936-м — 3,4 тыс., в 1951, 1972 и 1978 гг. — 3,5 тыс., в 1985, 1986 и 1988 гг. — 3,7 тыс. т. Наиболее стабильный период с максимально высокими средними уловами 3,3 тыс. т приходился на 1982—1992 гг. Промысловая нагрузка в этот период была максимально допустимой, и поэтому дальнейшая интенсификация промысла, вызванная экономическими реформами начала 90-х гг., привела к перелову охраняемых видов рыб. За два года запасы и соответственно лимиты вылова судака, леща и щуки уменьшились в среднем в 2 раза.

В 2013 году улов в озере Ильмень насчитывал 2375,7 т., а в 2014 году

2574,9, что на 5% выше предыдущего года. Улов рыбы увеличивался за счет «мелкочастиковых видов», таких как: плотва, синец, чехонь и т.п.

Наиболее эффективной мерой по восстановлению запасов рыб оз. Ильмень оказалось приведение промысловой нагрузки в соответствие с сырьевыми ресурсами посредством регулирования промысла как через квоты вылова, так и через лимитирование орудий лова. В результате принятых мер, а также вступления в промысел сверхурожайного поколения судака 1994 г. наметилась тенденция на восстановление рыбных запасов и квот вылова. Лимиты по охраняемым видам рыб, разработанные на 1999 г., были самыми высокими за последние годы.

В отличие от начала 90-х гг., когда процесс дестабилизации рыбного промысла носил стихийный характер, в 1999-2000 гг. либо по причине полной некомпетентности, либо в интересах теневой экономики сознательно отвергаются рекомендованные наукой ограничения по орудиям лова и количеству рыбозаготовителей. В результате подобного «свободного» промысла с 1999г. начинается прогрессирующее падение запасов [8].

Несмотря на практически свободный промысел, официальный вылов рыбы в 2000 г. в оз. Ильмень составил 1265 т, общий лимит на 2001г. -1570т. По этим данным можно сказать, что произошло падение величины рыбных запасов и соответственно снижение квот вылова по основным видам до 40%. Причем если вначале 90-х гг. снижались запасы только ценных рыб, то в настоящем времени снижаются и запасы неохранных видов [8].

Что касается видовой разнообразия озера, то основными видами являются - лещ, щука, судак, синец, именно они составляют около 70% уловов. Наименее значимые виды - плотва, снеток, чехонь, окунь. В наименьшую часть улова входят язь, налим, жерех [3].

3.1. Виды рыб озера Ильмень и организация промышленного рыболовства на озере Ильмень

Представителями ихтиофауны, имеющими наибольшее промысловое значение для озера Ильмень, являются:

Судак (*Sander lucioperca* L.)

Лещ (*Abramis brama* L.)

Щука (*Esox lucius* L.)

Синец (*Abramis ballerus* L.)

Чехонь (*Pelecus cultratus* L.)

Снеток (*Osmerus eperlanus* L. morpha spirinchus)

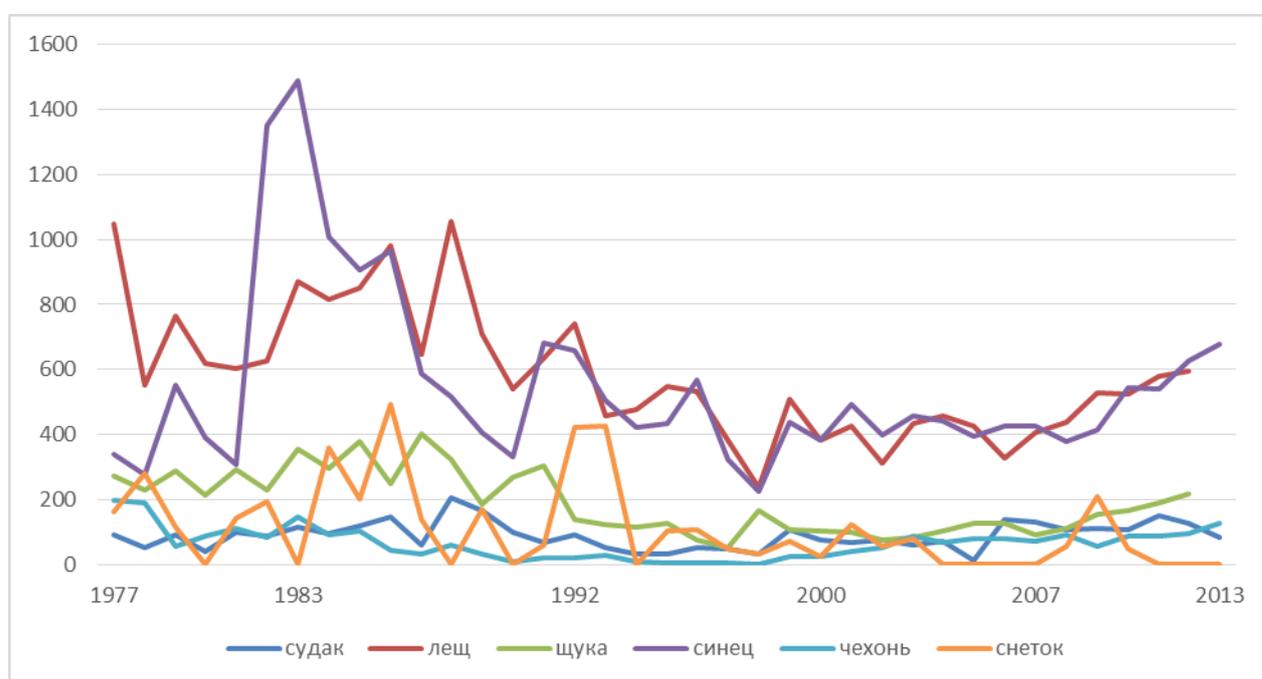


Рис. 13 - Выловы промысловых видов в озере Ильмень за период 1977- 2013 гг.

Динамику вылова рыб в озере Ильмень можно оценить по Рис. 13. Из рис. 13 видно, что практически по всем видам максимальный улов пришелся на 1970-80 гг, в 1990-х годах началось уменьшение вылова, в 2000-х вылов характеризуется постоянством с небольшой тенденцией к росту в последние годы.

Если оценить динамику улова рыб по каждому виду, то можно получить графики, представленные на Рис. 14 -19.

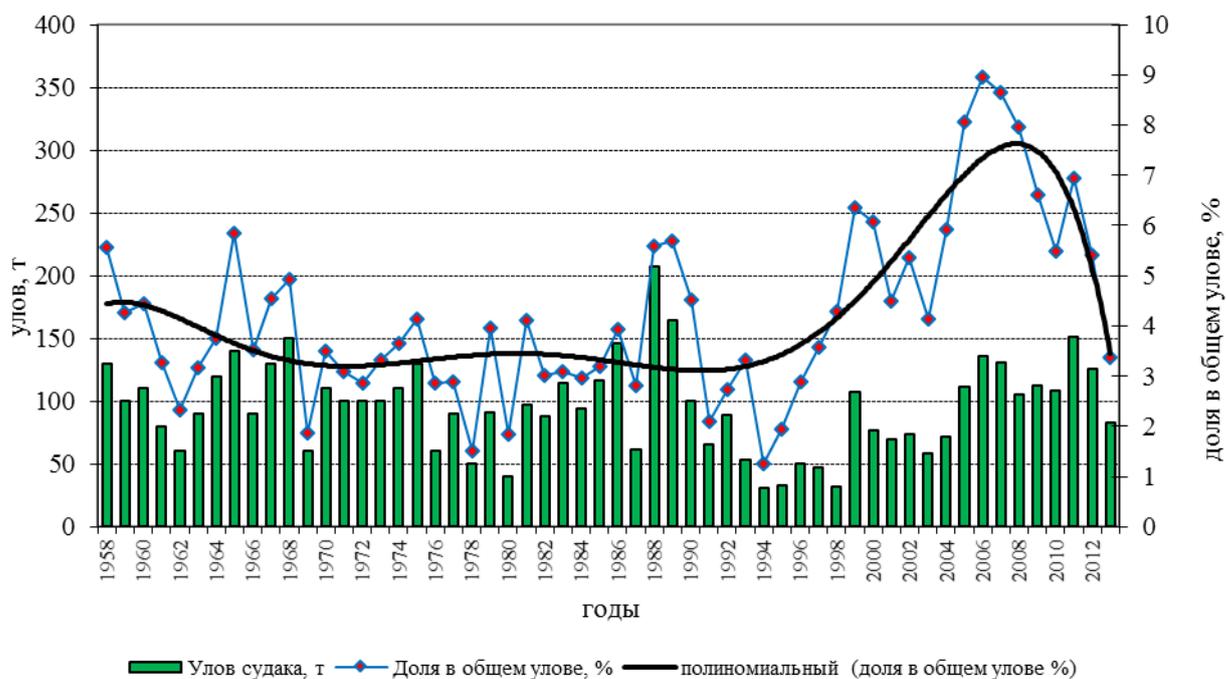


Рис. 14 – Динамика уловов судака оз. Ильмень

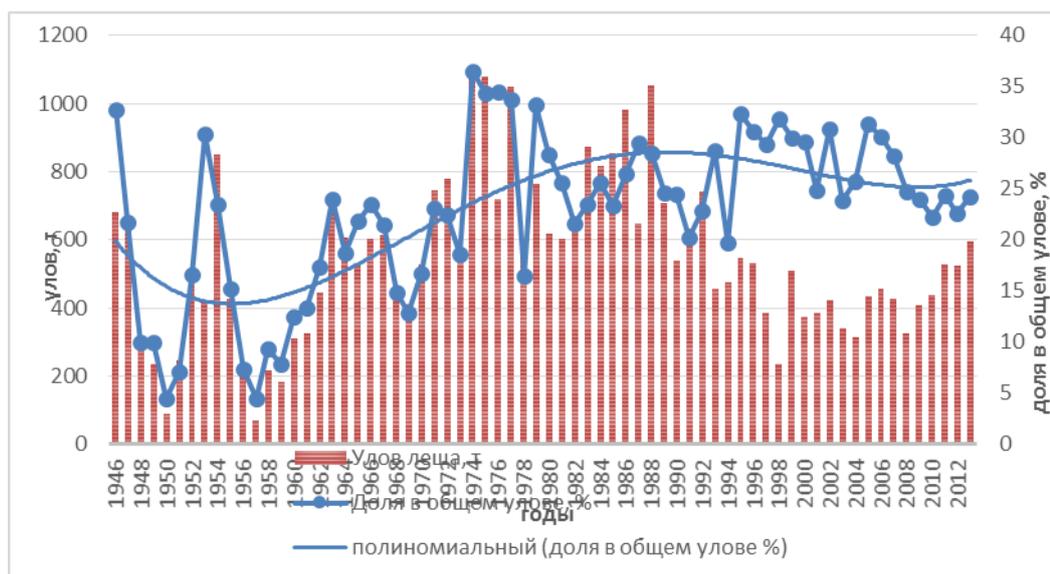


Рис. 15 – Динамика уловов леща оз. Ильмень

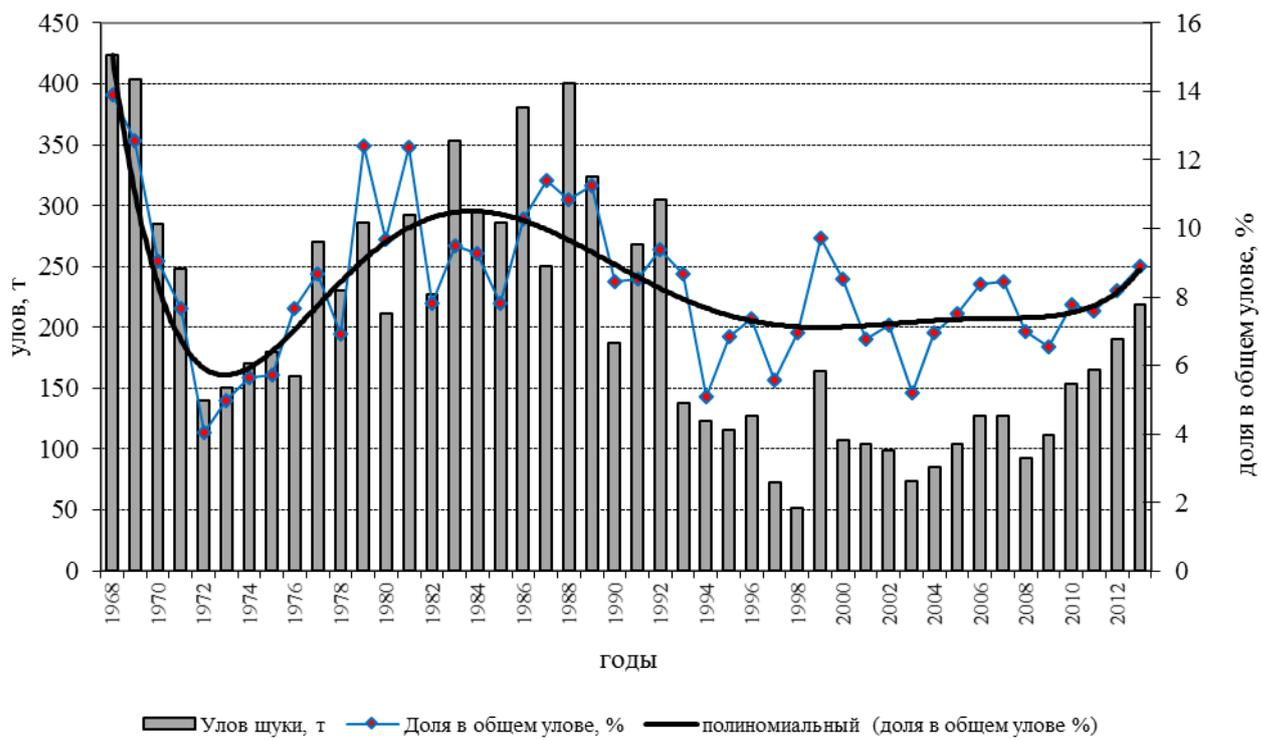


Рис. 16 – Динамика уловов щуки оз. Ильмень

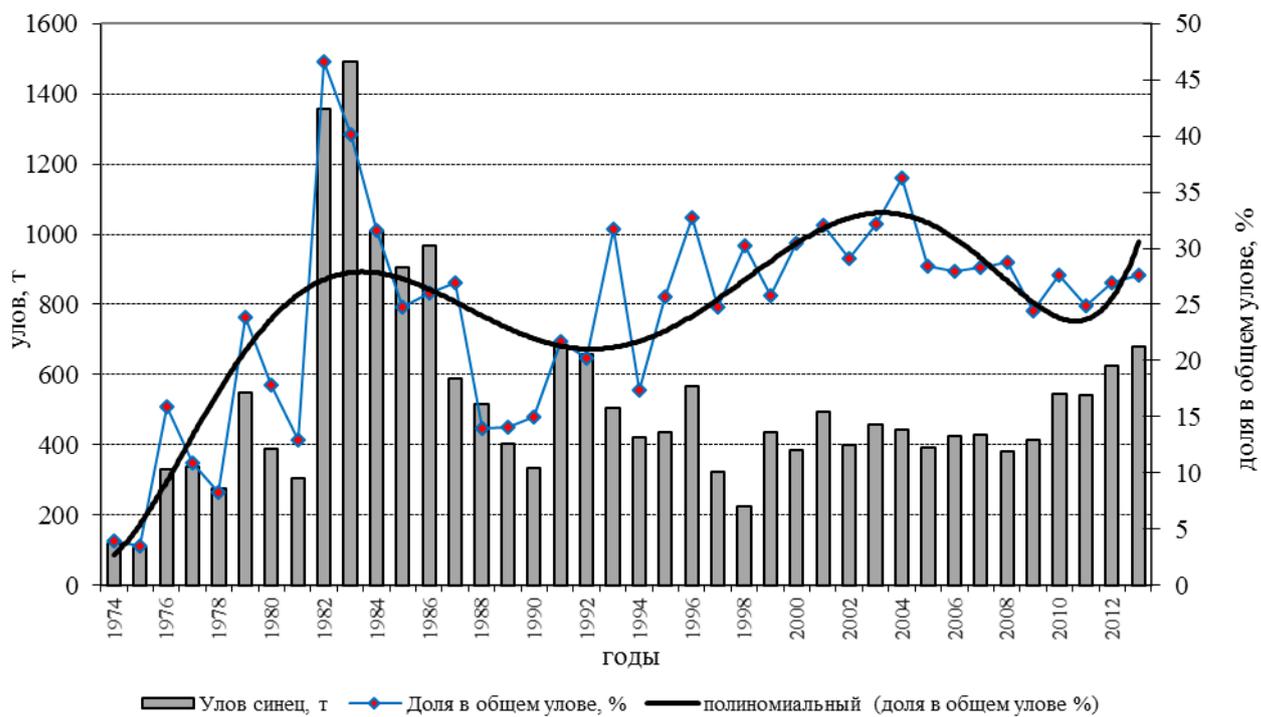


Рис. 17 – Динамика уловов синца оз. Ильмень

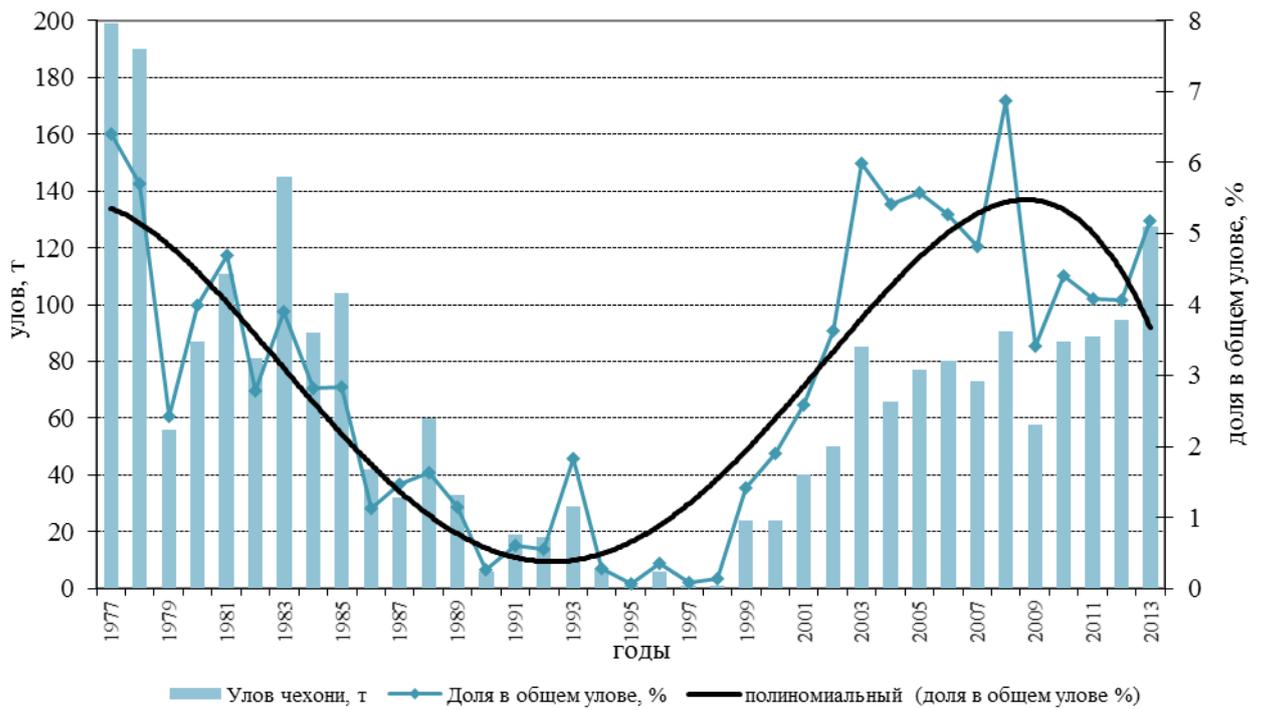


Рис. 18 – Динамика уловов чехони оз. Ильмень

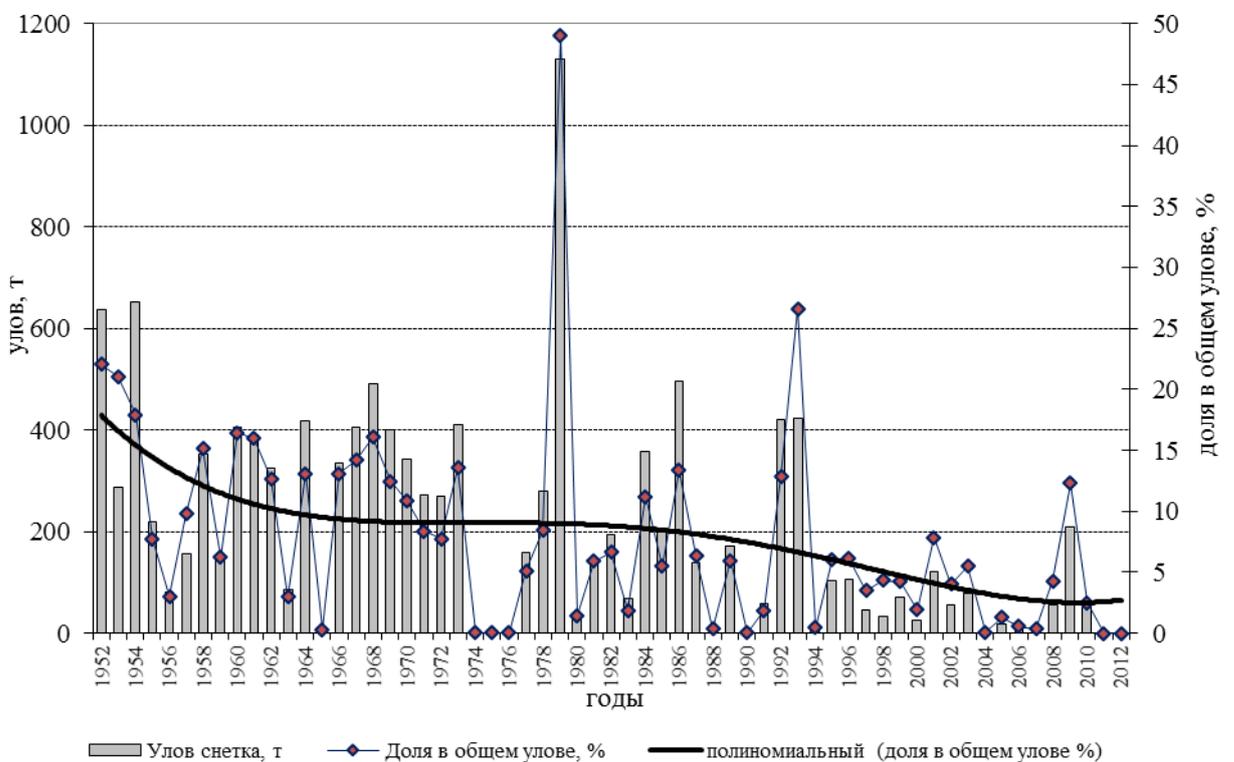


Рис. 19 – Динамика уловов снетка оз. Ильмень

Динамика уловов второстепенных, малоценных видов рыб показана на Рис. 20-23.

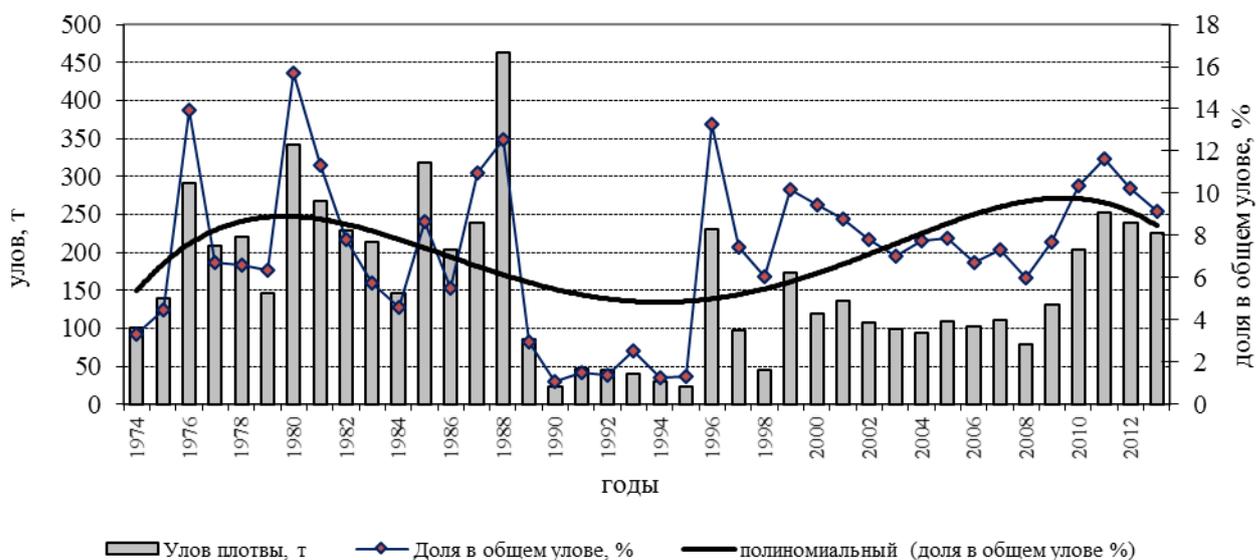


Рис. 20 – Динамика уловов плотвы оз. Ильмень

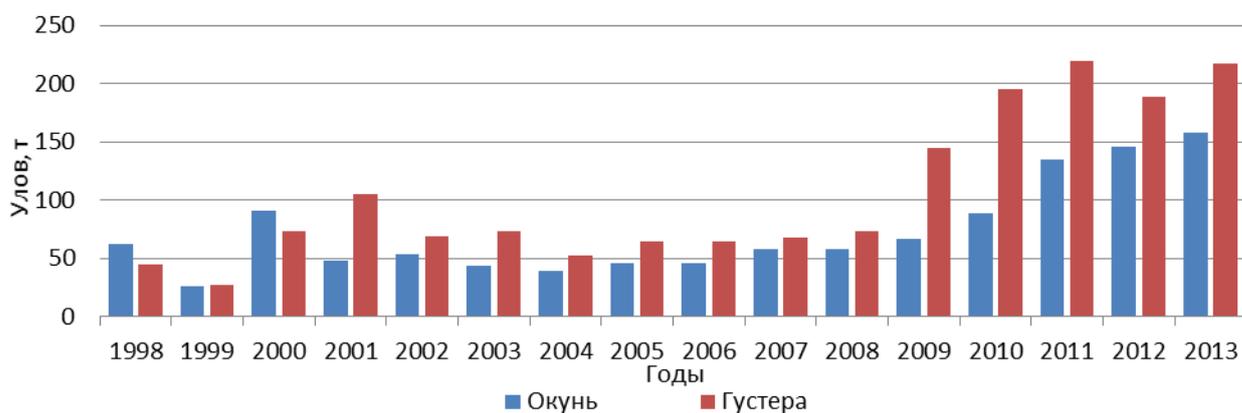


Рис. 21 – Динамика уловов окуня и густеры оз. Ильмень

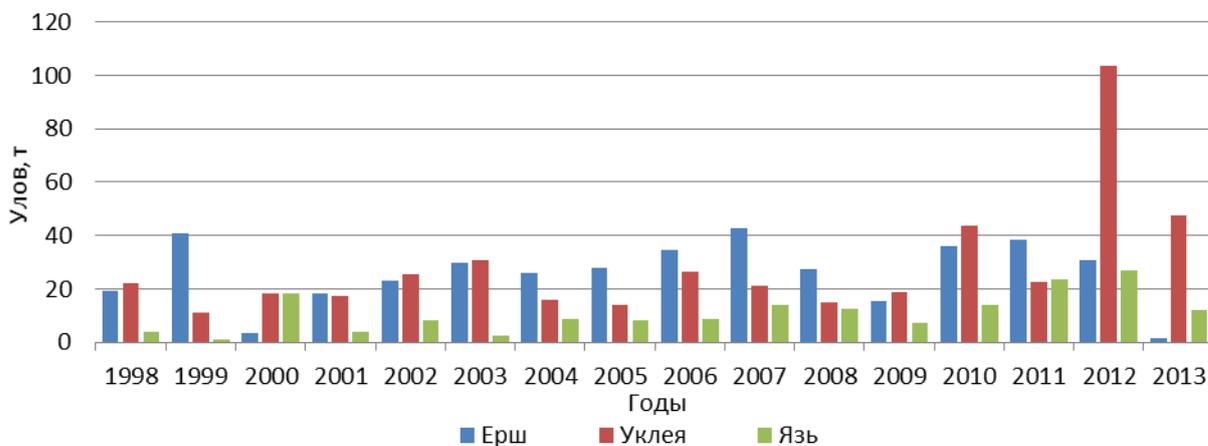


Рис. 22 – Динамика уловов ерша, уклейи и язя оз. Ильмень

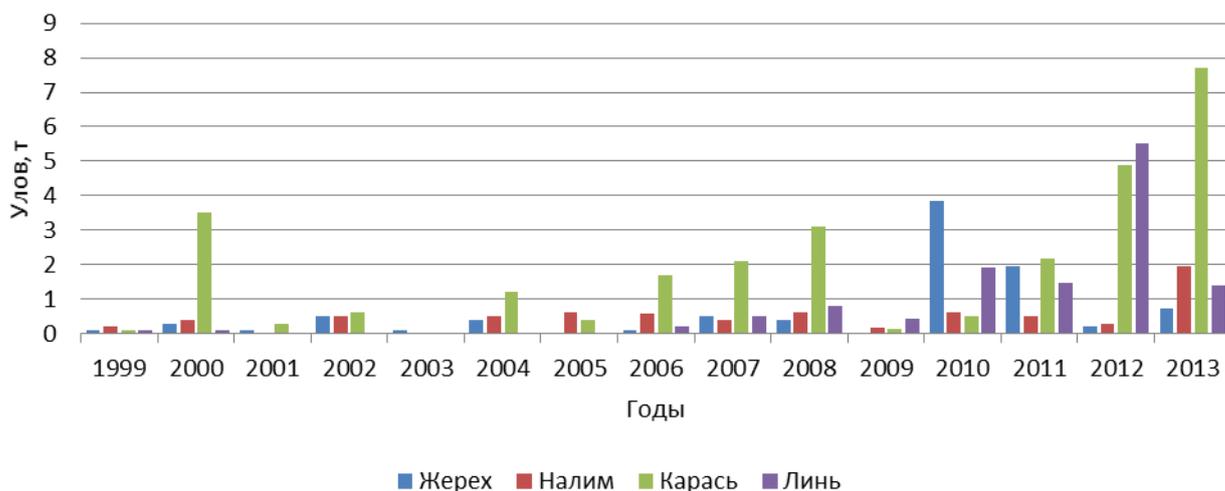


Рис. 23 – Динамика уловов жереха, налима карася и линя оз. Ильмень

Анализ рисунков 14-23 показывает, что для всех ценных рыб (кроме снетка) существовал период в 1990-е годы, когда улов рыбы уменьшался, но потом к 2000-м годам увеличивался и достигал величины, средней за 50 лет наблюдения; а для малоценных рыб уловы стали расти только начиная с 2000-го года.

По представленным данным нельзя сделать однозначный вывод о влиянии экологической ситуации в бассейне озера Ильмень, в частности, качества воды озера, на уловы. Это говорит о том, что ухудшение качества воды, связанное с присутствием в ней таких ксенобиотиков, как ионы тяжелых металлов, нефтепродукты, в концентрациях, кратных 2-3 ПДК, не является критичным для промышленного рыболовства. Распределение загрязнителей между разными частями акватории озера (толща воды, поверхностная пленка, донные отложения), хорошее перемешивание воды озера снижает концентрацию загрязнителя в воде и уменьшает его токсический эффект на ихтиофауну. Так же, как и эвтрофикация озера пока не оказывает сильного влияния на уловы основных и второстепенных видов рыб.

Отдельные локальные случаи замора рыб при воздействии неочищенных сточных вод также не приводят к уменьшению улова в целом.

Наличие минимумов в 1990-е годы на графиках исследования динамики уловов свидетельствует о нарушении условий промышленного рыболовства, что было отмечено выше.

Тем не менее, некоторые выводы о влиянии экологического состояния можно сделать, в частности, по изменению видового состава ихтиофауны, в середине 20-го века в озере Ильмень ловились сиги, но в настоящее время сиги исчезли из Ильменя. Также обращает на себя внимание тот факт, что в уловах преобладают хищные виды и виды-планктофаги и фитофаги, в то время, как бентофаги представлены в меньшей степени.

Для того, чтобы составить более полную картину о влиянии неблагоприятных факторов среды, целесообразнее рассматривать не только и сколько промысловые уловы, сколько численность популяций рыб. На Рис. 24 представлены динамика численности половозрелого судака и ихтиомассы, из Рис.24 не выявляется резкое уменьшение численности или ихтиомассы в последнее время.

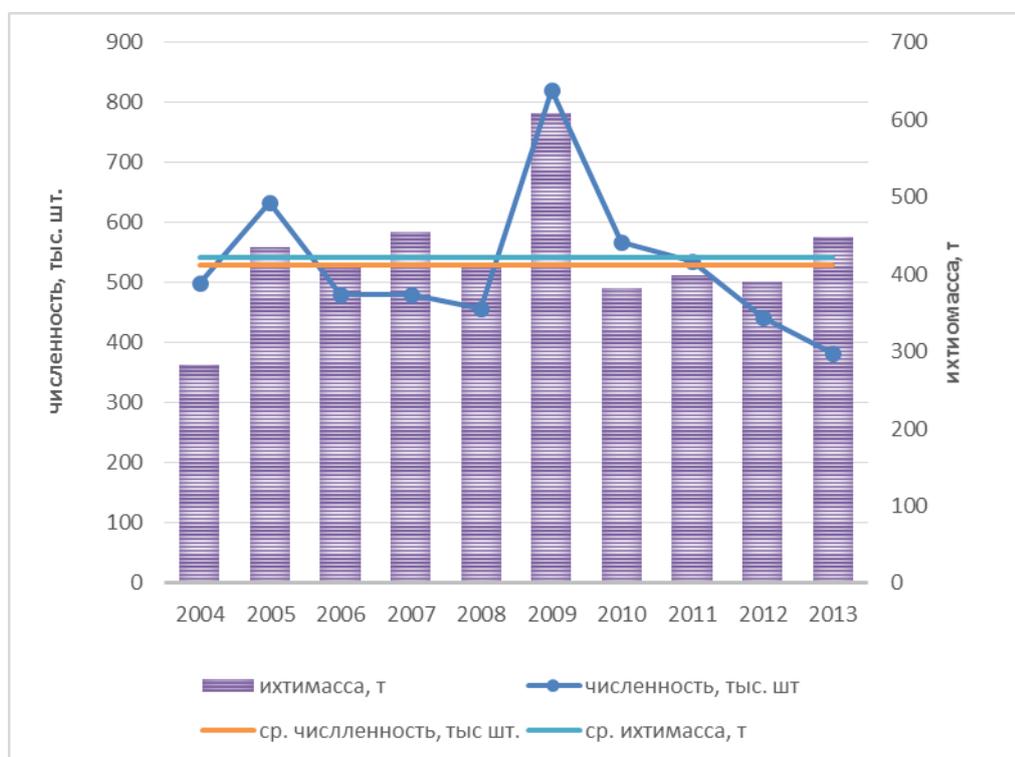


Рис. 24 - Численность и биомасса половозрелого судака оз. Ильмень

3.2. Рекомендации по дальнейшим исследованиям влияния экологической ситуации в озере Ильмень и впадающих в него реках на ихтиофауну и рыбохозяйственную деятельность

Для получения представления об антропогенном воздействии на озеро Ильмень и возможного негативного влияния на рыбохозяйственную деятельность этого ценного в рыбохозяйственном отношении водоема необходимо продолжать исследования.

Следующие рекомендации можно дать для проведения дальнейших исследований влияния экологической ситуации в озере Ильмень и впадающих в него реках на ихтиофауну и рыбохозяйственную деятельность:

1. Организовать систему постоянного экологического мониторинга озера Ильмень; увеличить количество пунктов гидрологических наблюдений, особенно в устьях рек, впадающих в озеро.

2. Провести комплексное исследование озера Ильмень и впадающих в него рек по гидрохимическим и гидробиологическим показателям, исследовать воду и донные отложения. Расширить список исследуемых компонентов.

3. В рамках комплексного исследования проводить ихтиопатологическое исследование рыб; оценивать общее состояние рыб, выявлять инфекционные болезни и паразитарные инфекции;

4. Провести ихтиотоксикологическое исследование воды озера Ильмень для выявления токсичности ее для рыбы методами биотестирования природной воды;

5. Регулярно проводить ветеринарно-санитарные экспертизы рыбы, выловленной в озере Ильмень, для определения количества токсичных соединений, аккумулированных в тканях и органах рыб.

6. При оценке влияния экологического состояния воды на рыбохозяйственную деятельность в регионе исследовать показатели не только промышленного рыболовства, но и спортивно-любительского.

Выводы

В заключении работы были сформулированы следующие выводы:

1. Были исследованы гидрогеографические и гидрологические характеристики озера Ильмень, было показано влияние природных факторов - температурных аномалий и колебания уровня озера Ильмень - на рыбохозяйственную деятельность.

2. В процессе исследования были выявлены экологические проблемы озера Ильмень: химическое и микробиологическое загрязнение вод озера Ильмень в результате сброса неочищенных сточных вод в крупные и мелкие реки, впадающие в Ильмень; эвтрофикация вследствие попадания соединений азота и фосфора в воду в результате смыва с полей при осуществлении сельскохозяйственной деятельности в регионе, накопление токсичных химических соединений в донных отложениях озера Ильмень. Было показано, что подобные явления приводят к замору рыб в местах воздействия.

3. Была исследована динамика уловов основных промысловых и второстепенных видов рыб в озере Ильмень за 50 лет, не было обнаружено непосредственного воздействия неблагоприятных экологических факторов на рыбохозяйственную деятельность в регионе, показано, что на нее влияет несколько факторов, основной из которых - нерациональное ведение рыболовства в период 1990-х годов.

4. Были даны рекомендации по дальнейшим исследованиям озера Ильмень для того, чтобы предотвратить потенциальное негативное воздействие вышеперечисленных антропогенных факторов на рыбохозяйственную деятельность на озере Ильмень.

Список литературы

1. Андреева Е. А. Современное состояние макрозообентоса озера Ильмень/ Охрана и рациональное использование водных ресурсов ладожского озера и других больших озер. Труды IV Международного симпозиума, Великий Новгород, 2-6.09.2002 под ред. И.И.Иванова. – СПб: СПбГУ, 2003. – С.24-26.
2. 7 Великих русских озер. Озеро Ильмень. Водный мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wwportal.com/7-velikih-russkih-ozer/>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
3. Биологическое обоснование к прогнозу вылова на 2015 год на озере Ильмень и малых водоёмах Новгородской области / Отчет о НИР ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Великий Новгород, 2014.
4. Рыболовный информационный портал. Озеро Ильмень. Энциклопедия рыболова [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://megaribolov.ru/index.php/entsiklopediya-rybolova/opisanie-vodoemov/entsiklopediya-ozer/2213-o>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
5. Асанова Т. А., Бондарь Р. А., Васильева Е. С., Никитина Т.В. Влияние температурного фактора на ихтиофауну озера Ильмень / Вклад молодых ученых в рыбохозяйственную деятельность. - СПб: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2010.
6. Мякишева Н. В., Догановский А. М. Водный баланс и уровень воды озера Ильмень в разных временных интервалах / Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. Труды IV Международного симпозиума, Великий Новгород, 2-6.09.2002 под ред. И.И.Иванова. – СПб: СПбГУ, 2003. – С.175-178.
7. Лаврентьева Г.М. Исторический обзор гидробиологических исследований / Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера и других больших озер. Труды IV Международного симпозиума,

- Великий Новгород, 2-6.09.2002 под ред. И.И.Иванова. – СПб: СПбГУ, 2003. – С.130-133.
8. Асанов А. Ю. Результаты отказа от ограничений промысловой нагрузки на озеро Ильмень / Оценка запасов и проблемы регулирования рыболовства на внутренних водоемах России. – СПб.: ГосНИОРХ, 2003. – Т.5. – С.17-18.
 9. Веткасов С.А., Тюрин П.В. Влияние основных орудий рыболовства на состояние рыбных запасов в озере Ильмень за период 1860- 1970гг / Теоретические основы регулирования рыболовства на внутренних водоемах (на примере озера Ильмень). - Изв. ГосНИОРХ, 1974. – Т. 86.
 10. Шинкарева Л. А. Некоторые вопросы использования водных ресурсов Ильмень-Волховского бассейна / Природа и хозяйственное использование озера Ильмень и Ильмень–Волховского бассейна. – Л.: Новгор. пед. ин-т. – С. 35-36.
 11. Нехайчик В. П. Основные источники загрязнения рек и озер Ильмень-Волховского бассейна / Природа и хозяйственное использование озера Ильмень и Ильмень–Волховского бассейна. – Л.: Новгор. пед. ин-т. – С. 38-39.
 12. Любомудров В. Б. Некоторые вопросы санитарной охраны водоемов Ильмень-Волховского бассейна / Природа и хозяйственное использование озера Ильмень и Ильмень–Волховского бассейна. – Л.: Новгор. пед. ин-т. – С. 39-40.
 13. Материалы, обосновывающие возможный вылов (ВВ) водных биологических ресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, в озере Ильмень и малых водоемах Новгородской области на 2016 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) / Отчет о НИР ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Великий Новгород, 2014.
 14. Ловля судака. Ресурс, посвященный рыболовной деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rybalku.ru/ryby_sudak.php, свободный. (Дата обращения: 12.05.2016).

15. Судак. Журнал о рыбах и рыбалке [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lovisam.net/novosti/polza-ryby/sudak.html>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
16. Иллюстрация леща. Информационный портал «Большой вопрос.ru» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bolshoyvopros.ru/questions/760566-kak-vygljadit-ryba-lesch.html>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
17. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. - С. 440-442.
18. Рыба судак, образ жизни. Русский охотник [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://hunterussia.ru/na-rybalke/sudak/373-ryba-sudak-obraz-jizni-foto.html>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
19. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. - С. 307-308.
20. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. - С. 308-309.
21. Иллюстрация синца. Электронный справочник по рыболовной тематике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fisher-book.ru/69-lovlya-sinca>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
22. Иллюстрация щуки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://v.900igr.net:10/fotografii/okruzhajuschij-mir/Biogeotsenoz-presnogo-vodojoma/037-Obyknovennaja-schuka.html>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
23. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. - С. 201-203.
24. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. – С. 313.
25. Иллюстрация чехони. Электронный справочник по рыболовной тематике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fishing.pl/news_es/los-peses/\(offset\)/390/\(language\)/eng-GB](http://www.fishing.pl/news_es/los-peses/(offset)/390/(language)/eng-GB),

- свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
26. Жизнь животных. Том 4. Часть 1. Рыбы // Под ред. Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1971. - С. 191-193.
27. Иллюстрация сетка. Электронная база фотографий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://animalsfoto.com/evropeyuskaya-koryuyushka-foto.html>, свободный. (Дата обращения: 05.06.2016).
28. Смирнова Л. Ф. Гидрологический и гидрохимический режим озера Ильмень/Теоретические основы регулирования рыболовства на внутренних водоемах (на примере озера Ильмень).– Изв. ГосНИОРХ. - 1974. – Т. 86.
29. Состояние водных объектов и их экосистем // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2. «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». - С. 100.
30. Кириллова В.А. Озеро Ильмень // Природные ресурсы больших озер СССР и вероятные их изменения. – Л., 1984. - С.124.
31. Смирнова Л.Ф. Анализ гидролого-гидрохимического режима оз. Ильмень и его влияние на состояние запасов рыб в период с 1968 по 1976 гг / Сб. трудов ГосНИОРХ под ред. Л.А. Кудерского. – Л.: ГосНИОРХ, 1980. Т.155. – С.67-76.
32. Оценка экологического состояния подземных водных объектов на территории речного бассейна // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2 «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». - С. 49.
33. Рыбное хозяйство // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2 «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». - С.77.
34. Кузьмина И.А., Кузнецова О. В. Анализ результатов гидро- и геохимического мониторинга озера Ильмень / Вестник Новгородского Государственного Университета № 76, 2014.

- 35.Химическая, микробиологическая и паразитологическая характеристика донных отложений // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2. «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». - С. 44-46.
- 36.Оценка качества вод по гидробиологическим показателям // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2. «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». - С. 6-9.
- 37.Оценка качества воды по гидрохимическим показателям // Схема комплексного использования и охраны водных объектов. Книга 2. «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна». – С. 17.