

Федеральное агентство по образованию  
Вологодский государственный технический университет

**Н.М. Радченко А.А. Шабунов**

**Антропогенное воздействие  
на экосистему озера Кубенское**

**Монография**

Вологда  
2008

УДК 574.5:591.5  
ББК 20.1:28.083.66  
Р 15

**Рецензенты:**

*Ю.С. Водоватов* – советник государственной службы I класса департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области;  
*В.В. Петрова* – канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и экологии  
Череповецкого государственного университета

**Радченко Н.М.**

**Р 15      Антропогенное воздействие на экосистему озера Кубенское:**  
монография / Н.М. Радченко, А.А. Шабунов. – Вологда: ВоГТУ, 2008. –  
84 с.

ISBN 978-5-87851-358-6

Кубенское озеро имеет важное рыбохозяйственное значение для Вологодской области, является частью Северо-Двинской водной системы, источником водоснабжения г. Вологды, активно используется в рекреационных целях. Техногенное и антропогенное воздействия на водные ресурсы могут вызвать неблагоприятные изменения в экосистеме водоема. В книге приводятся материалы, позволяющие оценить ситуацию в бассейне озера Кубенское, применяя экосистемный подход.

Материалы могут быть использованы студентами экологического факультета ВоГТУ при изучении водных ресурсов Вологодской области, биоразнообразия, а также при подготовке курсовых и дипломных работ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВоГТУ

УДК 574.5:591.5  
ББК 20.1:28.083.66

ISBN 978-5-87851-358-6

© Радченко Н.М., Шабунов А.А, 2008  
© ВоГТУ, 2008

## Оглавление

Предисловие .....	4
Введение .....	5
1. Общая характеристика озера Кубенское .....	7
1.1. Физико-географическая характеристика .....	7
1.2. Гидрохимическая характеристика .....	12
1.3. Гидробиологическая характеристика .....	14
1.3.1. Фитопланктон .....	14
1.3.2. Зоопланктон .....	14
1.3.3. Зообентос .....	16
1.3.4. Способность водоема к самоочищению .....	16
1.3.5. Структура ихтиоценоза .....	18
1.3.6. Требования к уровням воды озера Кубенское в период нереста и зимовки основных промысловых видов рыб .....	28
2. Антропогенное воздействие на экосистему озера Кубенское .....	29
2.1. Озеро Кубенское как источник водоснабжения г. Вологды .....	30
2.2. Судоходство .....	35
2.2.1. Влияние маломерных судов .....	36
2.3. Рыболовство и воспроизводство рыбных ресурсов .....	37
2.3.1. Динамика уловов рыбы .....	39
2.3.2. Воспроизводство сухонской стерляди .....	46
2.4. Промышленные и хозяйствственно-бытовые загрязнения .....	48
2.4.1. Воздействие рекреационной нагрузки .....	50
2.4.2. Влияние сточных вод Сокольского ЦБК .....	51
2.4.3. Возникновение и функционирование очагов дифиллоботриоза в системе озера Кубенское и Северо-Двинского бассейна .....	52
2.4.3.1. Организация работы по проверке качества рыбной продукции .....	55
3. Динамика экосистемы озера Кубенское .....	56
3.1. Изменение рыбного сообщества .....	58
3.2. Экспансия чайковых птиц и увеличение паразитарной инфекции рыб .....	59
4. Биомониторинг экосистемы озера Кубенское .....	62
4.1. Планктон как индикатор состояния экосистемы .....	62
4.2. Паразиты рыб в системе индикации экосистемы озера Кубенское .....	63
4.3. Чайковые птицы как индикаторы состояния экосистемы озера Кубенское .....	69
Заключение .....	71
Литература .....	72
Приложение .....	76

## Предисловие

Озеро Кубенское относится к числу крупных мелководных водоемов Северо-Запада России, имеющих большое рыбохозяйственное значение. В нем добывают около 14% рыбы от суммарного улова по Вологодской области. Оно входит в состав Северо-Двинского водного пути, по которому осуществляются грузоперевозки. В настоящее время озеро стало основой довольно развитого водохозяйственного комплекса, где ведущую роль играют судоходство и рыбное хозяйство, а с недавнего времени и водоснабжение. Озеро используется как резервный источник для водоснабжения г. Вологды в случаях низкого уровня воды в реке Вологде. В маловодный период до 90% воды, поступающей в водопроводную систему города, берется из Кубенского озера. В последние годы оно заметно обмелело, что может привести к возникновению критической ситуации, связанной с недостатком воды.

Удобное географическое положение обусловило раннюю освоенность этого водоема. Помимо важной роли в экономике Вологодской области, озеро имеет большое рекреационное и эстетическое значение. Кубенское озеро – один из наиболее активно посещаемых населением водоемов области. Расположенное в 30 км от областного центра, озеро связано с ним автомагистралью с твердым покрытием.

В настоящее время антропогенная нагрузка на озеро все возрастет. Это связано в первую очередь с рыболовством, судоходством, промышленными и хозяйственно-бытовыми загрязнениями. Сработки воды через плотину на реке Сухоне в период судоходства определяют значительное уменьшение уровня воды в озере.

Техногенное и антропогенное воздействие на водные ресурсы из-за существования на водосборе озера и в непосредственной близости от него многочисленных объектов-загрязнителей (населенные пункты, более 180 ферм, 2 свинокомплекса, предприятия разного профиля) создает проблемы по сохранению качества воды при использовании ее в хозяйстве.

Изменение состояния экосистемы озера Кубенское под воздействием антропогенных факторов ставит задачу осуществления постоянного мониторинга факторов, влияющих на экосистему озера, динамики ихтиоценоза, определения основных направлений в изменении экосистемы водоема. Одним из методов, позволяющих оценить состояние экосистемы озера, является метод биоиндикации.

## Введение

Озеро Кубенское – водоем комплексного использования. Относится к бассейну р. Сухоны и имеет важное водохозяйственное, рыбохозяйственное и рекреационное значение. Оно – один из источников водоснабжения г. Вологды. Любое обострение экологической ситуации в данном бассейне может вызвать осложнение экологических проблем в г. Вологде и на примыкающих к нему территориях. В силу гидрологических особенностей, месторасположения, качества, количества и доступности водных ресурсов озеро остается в настоящее время объектом пристального внимания экологов [17].

К числу характерных неблагоприятных процессов, вызывающих напряжение экологической и водохозяйственной ситуации в бассейне, относится значительное уменьшение площади зеркала и водной массы озера в маловодные периоды. Это ухудшает условия зимовки рыб, вызывает проблемы с подачей воды из озера в г. Вологду.

Необходимо дать оценку современного состояния не только водной части экосистемы озера и происходящих в ней динамических процессов (смен состояний), но и системы в целом. Антропогенная нагрузка на экосистему оказывает многофакторное воздействие. Оценка комплексной антропогенной нагрузки на водные экосистемы вследствие ее многокомпонентности является сложной задачей. Реакция экосистемы неоднозначна на внешние воздействия и не одинакова способность природных систем к естественному самоочищению. В этой связи целесообразно изучать характер и степень локального загрязнения водных ресурсов.

С середины XX столетия Кубенское озеро всесторонне изучается.

В 50-х годах XX века И.С. Титенков исследовал состав ихтиофауны озера и его рыбохозяйственное значение (приложение, табл. 1). В 1934-1936 гг. проведены успешные работы по акклиматизации судака в озере Кубенское [7]. В 80-х годах ихтиоценоз и влияние хозяйственной деятельности человека на его формирование изучал В.Г. Лебедев [8].

Изучением состояния рыбных запасов Кубенского озера и их рационального использования занимался коллектив сотрудников Вологодской лаборатории ГосНИОРХ. С 1974 года проводились исследования состояния рыбных запасов, кормовой базы озера, что использовалось для прогнозирования промысла мелко- и крупночастиковых рыб, оценки рыбных запасов, установления лимита вылова ценных и охраняемых видов рыб. Разработаны рекомендации по рациональному использованию запасов крупного частника [3, 9, 25]. В 70-е годы комплексная экспедиция Института озероведения РАН проводила гидрологиче-

ские, гидрохимические и гидробиологические исследования озера, в 1977 г. выходит в свет монография в 3 частях «Озеро Кубенское» [4, 5, 6].

Гельминтофауну рыб Кубенского озера впервые изучал в августе 1935 года А.Л. Дулькин, который исследовал 9 видов рыб (182 экз.) и обнаружил у них 15 видов паразитов [10]. Е.С. Курявицева исследовала 140 экз. рыб, относящихся к 8 видам, и выявила 32 вида паразитов [11]. Н.М. Радченко изучала паразитов рыб озера в 1985-2001 гг. Ею было исследовано более 5000 экз. рыб, относящихся к 15 видам, сделан ретроспективный анализ паразитологических исследований. Всего выявлено 139 видов паразитов различных систематических групп (приложение, табл. 2). Благодаря ихтиопаразитологическому мониторингу выявлены закономерности в распределении паразитов рыб в озере, различия в зараженности рыб в разные годы, возрастная и сезонная динамика в зараженности паразитами основных промысловых рыб [1, 23]. Изучены многолетние изменения в паразитофауне судака, интродуцированного в 1934-1936 гг. [57]. Паразитофауна Кубенского озера за последние 40 лет обогатилась 18 видами личиночных форм паразитов, распространяемых рыбоядными птицами (приложение, табл. 4). Как раз в это время отмечается биологическая экспансия чаек. А.А. Шабуновым [12, 13] изучено видовое разнообразие, численность и распределение чаек по акватории озера, их гельминтофауна (приложение, табл. 3).

Вопросами экологии озера Кубенское занимались М.М. Поляков, А.В. Белый, В.С. Поливанов. Ими предпринята попытка создания и использования методического подхода, позволяющего провести экспертную оценку уровня антропогенной нагрузки на водные ресурсы всего водосборного бассейна, интегрированно отражающую происходящие на водосборе изменения [15, 16]. В 2002 г. вышла в свет монография М.М. Полякова, посвященная вопросам формирования информационно-методической базы для применения комплексных подходов к решению водохозяйственных и природоохранных задач. В ней описываются физико-географические условия водосбора озера, водохозяйственный комплекс и его воздействие на водные ресурсы озера, проблемы оценки антропогенного воздействия, основы управления водными ресурсами [17].

В ежегодных аналитических докладах департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области о состоянии природной среды дается характеристика источников загрязнения озера, а также проводится оценка его рыбохозяйственного использования [14, 58].

Материалы по рыболовству взяты из ежегодных отчетов Вологодского филиала ФГУ «Севзапрыбвод» по воспроизводству водных биоресурсов и организации рыболовства, за что приносим нашу искреннюю благодарность сотрудникам учреждения.

# 1. Общая характеристика озера Кубенское

## 1.1. Физико-географическая характеристика

Кубенское озеро – это крупнейший водоем в бассейне реки Северной Двины, относящийся к бассейну Белого моря. Оно издавна используется для судоходства и рыбного промысла. Это проточный водоем с коэффициентом водообмена равным 4. Приток и сток составляет более 90% от приходной и расходной составляющих его водного баланса – 4,278 км<sup>3</sup> и 4,415 км<sup>3</sup> [4]. Общие черты его как экологической системы определяются следующими показателями: это крупный мелководный водоем с частично зарегулированным водным режимом. Площадь озера составляет 417 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 2,5 метра, максимальная – до 4,5 метров. При среднем многолетнем уровне площадь зеркала озера составляет 417 км<sup>2</sup>, объем 1,02 км<sup>3</sup> (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика озера Кубенское [1]

Длина/ширина (км)	50/13
Глубина – max/средняя (м)	4,5/2,5
Площадь зеркала (км <sup>2</sup> )	417
Конфигурация озера	Вытянуто с С-З на Ю-В
Береговая линия	Мало изрезана
Окружающий ландшафт	С-В – болото, лес Ю-З – преобразованный ландшафт, населенные пункты
Количество притоков	80 речек и ручьев
Наиболее крупные притоки	рр. Уфтюга, Кубена, Б. Ельма
Сезонные колебания уровня воды (зима-лето) (м)	4,0-4,5
Сброс	Река Сухона
Связь с другими водоемами	Шекснинское водохр.
Принадлежность к бассейну	Белое море (р. Сухона)
Продуктивность водоема (кг/га)	10,5
Объем промыслового лова (2003-2007) (т/год)	240,1 – 252,4
Ихтиофауна (видов)	20
Ихтиологическая характеристика водоема	Лещевый
Промысловые виды рыб	Лещ, щука, судак, язь, плотва, окунь, ерш
Акклиматизированные виды	Судак (1934-1936 гг.)
Интенсивность рыболовства	Круглый год промысловый и любительский лов
Орнитофауна	Разнообразна (около 190 видов); чайковые птицы (> 20 тыс.)

Трофность	Мезотрофный
Зарастаемость водоема, в %	30
Зоопланктон (видов)	152
Зообентос (видов)	140
Минерализация	Слабощелочной гидрокарбонатный класс кальциевой группы
Ветровые потоки	Преобладает С-3
Расположение крупных населенных пунктов	С-3, Ю, С-В – Устье, Кубенское, Новленское, Березники, Пески
Антропогенное воздействие	Судоходство, малый флот, промышленно-бытовые стоки Забор воды для г. Вологды

Кубенская котловина имеет вытянутую с северо-запада на юго-восток форму. Ее протяженность 100 км при ширине около 20 км. Длина береговой линии – 158 км. Береговая линия сильно изрезана на юге и северо-востоке водоема, где имеется ряд заливов, мысов, островов (Токшинский залив, Шелин мыс). Наиболее отчетливо впадина оконтурена горизонталью 120м. На юго-востоке она обрамляется Оларевской грядой, которая отделяет ее от Сухонской котловины. На севере и западе Кубенская котловина сливается с впадиной озера Воже и Пришекснинской низиной. На юго-западе к котловине озера примыкает Вологодская возвышенность с отметками 257м., которая служит водоразделом Каспийского и Белого морей. К востоку от озера, в междуречьях Уфтуги и Кубены, Кубены и Сухоны, расположена Прикубенская равнина, для которой характерно чередование моренных гряд с плоскими участками.

Озеро Кубенское имеет эрозионно-тектоническое происхождение. Его образование связано с периодом Валдайского оледенения, граница которого в период минимума проходила по территории Вологодской области. Ледниковый язык во время максимальной бологовско-едровской стадии заполнял Кубенское озеро, котловина которого имеет тектоническое происхождение и вытянута с северо-запада на юго-восток. По мере дегляциации сформировалось обширное Кубено-Сухонское приледниковое озеро, разделившееся по мере стока в среднем дриасе на два самостоятельных озера – Кубенское и Сухонское. Позже Сухонское озеро было спущено р. Сухоной, а в озеро Кубенское стали поступать воды обширного Сухонского бассейна [20].

Бассейн озера Кубенское, представляющий собой верхнюю часть бассейна реки Сухоны, занимает центральную часть Вологодской области и имеет сложную асимметричную форму. По широте он простирается почти на 200 км, примерно такова же и его меридиональная протяженность [17]. Занимаемая

бассейном Кубенского озера территория площадью 14440 км<sup>2</sup> представляет собой залесенную на 80% холмистую равнину и характеризуется избыточным увлажнением, обеспечивающим, в сочетании с местными природными условиями, повышенный поверхностный сток рек (густота речной сети 0,35 км/км<sup>2</sup>) (рис. 1).

Слоны бассейна асимметричны: юго-западные – крутые, восточные – пологие. Коренные берега на юго-западе отходят от озера на 2 км, а на северо-востоке – на 10-16 км. Нижняя терраса (высота 110-114 м) – затопляемая пойма современного озера. Она повсеместно развита по берегам озера и сложена мелко- и тонко-зернистыми песками. Ее ширина на юго-западном берегу составляет 50-200 метров, на северо-восточном увеличивается до 6 км. Поверхность террасы заболочена, покрыта кочками и береговыми валами. Вторая и третья террасы хорошо прослеживаются вдоль озера. Поверхность их наклон от нескольких метров до одного км расширяясь, переходят в окружающий грядовой рельеф.

Особенности рельефа, климата, геологического строения определяют развитие речной сети бассейна озера. Водоразделы рек низкие, плоские, реки близко подходят друг к другу. Притоки озера относят к типу рек преимущественно снегового питания. Они характеризуются высоким половодьем и низкой летней меженью, нарушаемой дождовыми паводками. В озеро Кубенское впадает 80 речек и ручьев. Наиболее крупные реки находятся на восточном побережье, реки западного побережья более многочисленные, но невелики по длине (10-20 км) и объему стока.

Реки приносят Кубенскому озеру 93,8% от общего поступающего в него за год количества воды, осадки – 6,2%. Средний годовой расход воды в устье



Рис. 1. Схема бассейна озера Кубенское [4] (пунктиром обозначена граница бассейна)

Кубены, самой большой из впадающих в озеро рек, равен  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ . Длина реки – 368 км, площадь водосбора –  $11000 \text{ км}^2$ , около 80% которого занято лесами, заболоченность – 3%, озерность – менее 1%. На остальные 79 притоков озера приходится лишь 20% речного стока. Вытекает из Кубенского озера одна река – Сухона, в 8 км от истока которой стоит шлюз «Знаменитый» (построен в 1834 г.), поэтому озеро на все лето превращается в водохранилище, и его уровеньный режим в течение навигационного периода определяется в основном по-пусками воды [21]. По величине условного водообмена озеро Кубенское относится к типу аккумулятивно-транзитных водоемов.

Кубенское озеро среди других водоемов Северного края выделяется большой амплитудой колебаний уровней воды. Изменение уровня озера имеет четко выраженный сезонный характер с минимумом в марте и максимумом в мае за счет поступления талых вод с водосбора в период весеннего половодья. В среднем максимальные уровни выше меженных на 3-4 метра, многолетняя амплитуда колебаний уровней воды в озере составляет около 6 м. Интенсивность весеннего подъема уровня на озере в значительной мере связана с особенностями режима реки Сухоны. Весной сток из озера через реку Сухону превращается вследствие более раннего развития половодья на ее притоках Вологде и Леже, что приводит к возникновению обратного течения в озере. Это явление продолжается от трех до двадцати дней. Уровень озера в этот период повышается в сутки в среднем на 30-40 см. С середины июня начинается спад уровня, регулируемый через плотину. Значительные колебания уровня являются следствием того, что после окончания навигации плотина на зиму опускается.

Один из важных факторов существования экосистемы озера – ветровой режим, обуславливаемый влиянием общей циркуляции атмосферы, выражается как в сезонной смене преобладающих направлений, так и в скоростях.

По данным станций Вологды и Коробово, ежегодно преобладают ветры юго-западного и западного направления. Они повторяются чаще всего в холодное время года (сентябрь-апрель) [17]. В период с мая по август значительную роль играют северо-западные и северные ветры, но при этом велика повторяемость и западных направлений. Ветры восточного направления наблюдаются редко.

На протяжении года в районе озера преобладают ветры со скоростью 0-5 м/с. Их повторяемость достигает 75%. В то же время во все месяцы года могут наблюдаться ветры со скоростью более 11 м/с, хотя их количество в среднем не превышает 5%. Течения в озере Кубенском направлены в сторону реки Сухоны, соответственно распределению ветров.

В связи с мелководностью озера определяющим фактором его термического режима являются климатические и погодные условия. Ледостав наступа-

ет в начале ноября. Средняя продолжительность ледостава 150-180 дней. К моменту вскрытия уровень озера значительно понижается, лед на большей части озера лежит на грунте. Полное очищение ото льда обычно наблюдается в первой половине мая. Вследствие большого падения уровня воды зимой, значительная часть прибрежных участков промерзает до дна.

Продолжительность безледного периода длится от 130 до 230 дней. В этот период озеро целиком доступно ветровому перемешиванию, оно не удерживает устойчивого температурного расслоения по глубине и акватории, очень быстро реагирует на изменение погодных условий. Тепловая инерция озера очень мала, поэтому ход температуры воды следует за ходом температуры воздуха. Максимальный прогрев воды в Кубенском озере наблюдается во второй половине июня. Наибольшая среднемесячная температура воздуха в июле за тридцатилетний период наблюдений составляла в отдельные годы 22,3-23°C, а максимальная суточная + 27°C. Разница температур воды в прибрежной зоне и открытой части озера составляет до 3°C и более заметна весной и осенью, наблюдаемая тенденция к падению уровня воды в целом влияет на изменение термического режима: сильнее прогревается водная толща в летний период, а зимнее промерзание и осаждение льда на грунт охватывает все большие площади.

Источником осадочного материала является твердый сток рек и береговая абразия. Существенную роль играют и биологические процессы. Донные отложения оз. Кубенское подразделяются на валунно-галечные, песчаные, илистые и глинистые. Гравий в основном встречается в местах распространения валунов и гальки, а также в виде узкой полосы – у самого уреза воды. Валунно-галечные отложения в основном распространены вдоль западного и юго-западного берегов и представлены отдельными валунами, вымытыми из морены [5].

В гидрогеологическом отношении бассейн озера Кубенское располагается в пределах Московского артезианского бассейна. Водовмещающими породами отложений сухонской свиты являются мергели, алевролиты, пески, слабо сцементированные мелкозернистые песчаники. Преобладают пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды с минерализацией 0,3 – 0,6 г/л; к линиям тектонических нарушений приурочены участки, где встречаются сульфатные и сульфатно-хлоридные воды с минерализацией до 3 – 6 г/л [17].

Подземные воды разнообразны по происхождению, химическому составу и степени минерализации. Среди четвертичных отложений водоносными являются пески и супеси. Воды четвертичных отложений в основном безнапорные, пресные. По химическому составу они относятся к гидрокарбонатным кальциевым и иногда обладают повышенной минерализацией из-за подтока минерали-

зованных вод коренных пород. Эти воды питаются в основном за счет атмосферных осадков.

Климатические условия района определяются взаимодействием радиационных и циркуляционных факторов, причем циркуляционные играют важную роль. Для района характерным является частое вторжение арктических масс воздуха. Зимой атлантический воздух вызывает потепление, пасмурную погоду, обильные осадки, а летом приносит переменную облачность с осадками, похолодание и ветер. Среднее многолетнее количество осадков равно 666 мм, максимальное 815 мм в 1966 г., минимальное – 472 мм в 1972 г. [5].

## 1.2. Гидрохимическая характеристика

Качество воды является одним из результатов жизнедеятельности озерной экосистемы и представляет собой совокупность свойств, определяющих пригодность водных ресурсов для конкретных видов водопользования и условий существования водных организмов. Химический состав водных ресурсов – одна из составляющих их качества.

Вода озера Кубенское по химическому составу в любое время года относится к гидрокарбонатному классу группы кальция. Зимой она умеренно жесткая (3,5-4 мг-экв./л), весной и осенью – мягкая (1,5-2,5 мг-экв./л) [5].

Для водотоков озера характерна бедность фтором. Оптимальная величина его содержания в питьевой воде должна быть порядка 1,2-1,5 мг/л, воды бассейна озера можно отнести к крайне обедненным фтором [17].

Превышают нормативы требований к питьевой воде концентрации железа, содержание органических веществ. Содержание железа в водах притоков изменяется в широких пределах, заметно увеличиваясь во время весеннего половодья. Независимо от фазы водного режима оно превышает допустимую величину (0,3-1,0 мг/л) и влияет на привкус и цветность воды.

Данные о pH воды отрывочные, но позволяют предположить, что его значения варьируют от 6,9 до 8,4. Низкие величины характерны для межени, особенно зимней, а высокие – для весеннего половодья.

Содержание растворенного кислорода оценивается не однозначно. Особенностью озера является зимний дефицит кислорода во всей водной толще.

Впадающие в озеро реки и ручьи приносят со своими водами большое количество растворенных органических веществ, что отражается на показателе цветности воды в озере, величинах окисляемости и биохимического потребления кислорода.

Цветность воды определяется по платиново-кобальтовой шкале и выражается в градусах. Максимальные значения цветности наблюдаются во время

половодья, а минимальные – в конце меженинных периодов. Она колеблется в широких пределах – от 20 до 135 градусов и больше.

Воды притоков озера по химическому составу относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция и характеризуются средней степенью минерализации: 160-170 мг/л – в межень; 38-120 мг/л – в период весеннего половодья; 70-200 мг/л – в период осенних паводков.

Наиболее изучен на водосборе озера химизм вод р. Кубены, дающей более 90% всего притока в озеро. Ионный состав ее воды гидрокарбонатнокальциевый. Гидрокарбонатные ионы составляют чаще всего около 60% суммы анионов, сульфатионы – от 30 до 40%. В маловодные годы и во время межени относительное и абсолютное содержание сульфатных ионов возрастает, и может иметь место смена гидрокарбонатного класса воды на сульфатный. Это можно объяснить увеличением доли подземного питания, поступающего из пермских отложений, содержащих загипсованные известняки. Минерализация вод р. Кубены достигает максимальных значений в маловодные годы во время зимней межени, составляя величины порядка 400-600 мг/л. В средние по водности годы она равна зимой приблизительно 325 мг/л, а минимальные ее значения порядка 70-100 мг/л наблюдаются во время весеннего половодья.

Воды р. Кубены содержат большое количество органических веществ гуминового происхождения. Максимальные значения цветности и окисляемости наблюдаются во время весеннего половодья, а минимальные – во время межени. Значения pH в половодье несколько превышают 7,0, увеличиваясь в маловодные меженинские периоды до 8,4. Содержание растворенного кислорода в воде зимой может быть ниже 6 мг/л, а летом – превышать 14 мг/л.

Река Уфтуга – второй по водности приток, дающий около 10% от общего поступления воды в озеро. Минерализация ее вод несколько выше, чем р. Кубены, и во время зимней межени может превышать 700 мг/л, снижаясь в половодье до 100 мг/л и менее. Ионный состав воды гидрокарбонатный, но в маловодные годы, во время межени, может изменяться на сульфатный. Приоритетным катионом является кальций. Доля щелочных металлов составляет от 2 до 11 экв.-%. Значения pH невысоки – незначительно превышая 7,0 в многоводный весенний период и увеличиваясь до 8,0 во время межени. Цветность высока (более 100 градусов) во время половодья и понижается до 20 градусов во время зимней межени.

Река Большая Ельма впадает в озеро с юго-западного берега. В анионном составе ее воды преобладают сульфат-ионы (5-72 экв.-%). Вода становится гидрокарбонатной только во время весенних половодий и высоких летне-осенних паводков. Отмечается повышенная, по сравнению с другими притоками озера, минерализация – до 871-968 мг/л. В катионном составе на долю ионов кальция

приходится 50-58 экв.-%, магния – 37-46 экв.-%, щелочных металлов – до 10 экв.-%. Значения pH несколько выше, чем у других притоков озера (7,7-8,4). Цветность превышает 45 градусов [17].

### 1.3. Гидробиологическая характеристика

#### 1.3.1. Фитопланктон

Источником органического вещества в озере служит фитопланктон, а также макрофиты и перифитон. Основу фитопланктоценоза озера Кубенское составляют виды синезеленых и диатомовых водорослей, реже отмечены виды пирофитовых, зеленых, золотистых водорослей. Общая численность на исследованных участках варьирует от 3 до 3,9 млн. экз./л, биомасса превышает 10 мг/л.

Среди синезеленых водорослей массовыми являются одноклеточные колониальные и нитчатые формы (рр. *Microcystis*, *Oscillatoria*), которые могут давать более 60% биомассы [22]. Это является предпосылкой к накоплению органического вещества, повышению внутренней биогенной нагрузки на водоем. Преобладание синезеленых водорослей служит показателем процесса эвтрофирования водоема. Для озера характерна пространственная неоднородность структуры фитопланктона сообщества, которая может быть связана с ветровыми перемещиваниями и перепадами температуры при малых глубинах. Численность и биомасса зеленых и криптофитовых водорослей колеблется, что может быть связано с неблагоприятным температурным режимом и выеданием этих форм крупными зоопланктонерами. Учитывая особенности структуры фитопланктонокомплекса, оз. Кубенское можно отнести к водоемам мезоэвтрофного типа с развитием  $\beta$ -мезосапробных групп водорослей [58].

#### 1.3.2. Зоопланктон

В современной фауне зоопланктона озера Кубенское выявлено 152 вида [6]. Средняя численность зоопланктона сообщества составила 8955 экз./ $m^3$ , а биомасса - 647 мг/л (табл. 2).

Таблица 2

Показатели средней численности и биомассы основных групп зоопланктона оз. Кубенское

Группы зоопланктона	Численность, экз./ $m^3$	Биомасса, мг/л
Ветвистоусые	3980/(3402-4410)	605/(114-1263)
Веслоногие	4692/(1092-9792)	40/(6-77,5)
Коловратки	283/(21-546)	2 (0,2-4)
Всего	8955/(5040-13920)	647/(150-1273)

Примечание: в числителе – средняя численность и биомасса, в знаменателе – колебания численности и биомассы по станциям.

В целом, в сообществе планктона доминируют ракообразные как по численности, так и по биомассе. Средняя численность кладоцер составляет 3980 экз./м<sup>3</sup> (3402-4410 экз./м<sup>3</sup>), а биомасса – 605 мг/м<sup>3</sup> (114-1263 мг/м<sup>3</sup>). Доля ветвистоусых по биомассе составили более 90% преимущественно за счет массового развития крупной хищной *Leptodora kindtii*. Среди веслоногих преобладают циклопы и диаптомусы на разных стадиях онтогенеза, что отразилось в невысоких показателях биомассы – 40 мг/м<sup>3</sup> при колебании 6 - 77,5 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность этой группы составила 4692 экз./м<sup>3</sup> или 52%, достигая на отдельных станциях 9792 экз./м<sup>3</sup>. Следует подчеркнуть, что к настоящему времени среди веслоногих ракообразных снижается доля диаптомид, что закономерно для мелководных и эвтрофных озер.

Группа коловраток отличается невысокими количественными показателями, а основу численности составляла мелкая *Kellicotia longispina*. Средняя численность составляет 283 экз./м<sup>3</sup> или 4%, а биомасса всего 2 мг/м<sup>3</sup>.

По результатам исследований в летний период 2002 года зоопланктонное сообщество озера Кубенского представлено преимущественно ракообразными. По показателям средней численности и биомассы планктона озеро можно отнести к водоему ниже средней кормности. Средняя численность и биомасса всего зоопланктона озера Кубенское составляет в летний период около 8955 экз./м<sup>3</sup> и 647 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Особым биотопом мелководной зоны являются участки, загрязненные бытовыми стоками. Такие участки наиболее характерны для предустьевой части реки Кубены. У районного центра Устье пробы планктона неизменно отражали повышенную сапробность воды. Здесь были очень многочисленны *Codonella cratera* (до 4200 экз./л), *Tintinnidium pusillum* (до 3380 экз./л).

В условиях мелководности озера определяющим абиотическим фактором формирования зоопланктона являются жесткий ветровой и неустойчивый температурный режимы. Помимо того, зарастание акватории озера Кубенское обуславливает усиление в его зоопланктоне роли зарослевого ценоза. Коловратки и веслоногие ракообразные по числу видов, численности и биомассе доминируют.

Наблюдается несколько тенденций в изменении зоопланктона озера: нарастание доли мелких и хищных форм коловраток, сдвиг в сторону увеличения доли ветвистоусых ракообразных. Смена доминирующих видов в зоопланктоне ведет к упрощению структуры сообществ при снижении полидоминантности.

В целом по показателям средней численности и биомассы зоопланктона оз. Кубенское можно отнести к водоемам средней кормности, а по показателям видового разнообразия – к мезоэвтрофному водоему [35, 36, 58].

### 1.3.3. Зообентос

Благодаря разнообразию грунтов, широкому распространению зарослей по дну озера, благоприятному кислородному режиму и хорошей прогреваемости всей водной толщи зообентос очень разнообразен по систематическому составу: хирономиды (59 видов и форм), моллюски (47 видов) и олигохеты (34 вида) [6]. В устьях рек Порозовица, Уфтуога, Кубена доминируют олигохеты, удельный вес которых составляет 45-67% (15 видов). Центральная часть озера, выстланный илом, населена разнообразной фауной, в которой по биомассе преобладают хирономиды, олигохеты и моллюски. Средняя численность и биомасса зообентоса составляет 2150 экз./м<sup>2</sup> и 5,9 г/м<sup>2</sup>. В результате сложного взаимодействия ряда динамических факторов в северо-восточном районе озера илы оказались смытыми и обнажились коренные породы. Фауна здесь обеднена по видовому составу. Преобладают хищные хирономиды и моллюски (сферииды). Средняя численность и биомасса бионтов составляет 1770 экз./м<sup>2</sup> и 3,2 г/м<sup>2</sup>. Заиленные пески в открытых плесах малопродуктивны. Каменисто-песчаный грунт (прибрежный) характеризуется бедностью зообентоса в силу своей подвижности. Сопоставляя среднюю численность и биомассу организмов в различных биотопах озера Кубенское, оказывается, что продуктивность отдельных участков зависит от особенностей динамики водных масс. В изолированных заливах в густых зарослях макрофитов создаются заморные условия, численность фауны близка к нулю. При некотором увеличении динамики вод продуктивность зообентоса возрастает. В местах с повышенным водообменом на песках и, особенно, на каменисто-песчаном грунте из-за вымывания питательных веществ и подвижности самих грунтов фауна чрезвычайно бедна [6].

Анализ количественных показателей донной фауны оз. Кубенское за многолетний период позволяет охарактеризовать этот водоем как среднекормный. По структуре показателей зообентосного сообщества оз. Кубенское можно отнести к водоемам со средним уровнем загрязнения [58].

### 1.3.4. Способность водоема к самоочищению

Факторы антропогенной нагрузки, как в явном, так и в опосредованном виде, создают угрозу экологической опасности для водных ресурсов озера Кубенское. В то же время процесс загрязнения происходит на фоне естественного самоочищения природной системы. Уровень самоочищающей способности не однороден. Процессы самоочищения заключаются в переработке органического вещества и усвоении биогенных веществ живыми существами – биотой.

Главные биологические процессы, определяющие функционирование гидробиоценоза и процесс очищения воды, следующие:

- биохимическое окисление органических веществ до их полной минерализации в обогащенной кислородом воде, благодаря фотосинтезу растений;

- биосегментация взвесей с захоронением вредных загрязняющих веществ в донных отложениях.

Именно в озерах и водохранилищах, из-за замедленного водообмена и жизнедеятельности флоры и фауны, эти процессы приводят к заметному самоочищению поступающей в них воды.

В мелководных водоемах процессы минерализации ускоряются за счет постоянного ветрового перемешивания водной массы.

Биосегментация происходит в результате отщепления мелких частиц, взвеси бентосными организмами и планктоном и формирования частиц более крупного размера, с более значительной гидравлической крупностью, что обеспечивает им относительно быстрое оседание.

Моллюск дрейссена (*Dreissena*), фильтруя воду, выбрасывает неиспользованную в пищу взвесь, скрепляя ее слизью в комочки. Они служат субстратом для развития бактерий, гидролизирующих органические вещества [45]. По данным экспериментов, скорость образования биосегментов зависит от температуры воды и размера моллюска, составляя от 0,1 до 8% его живого веса в сутки [46]. Очищение воды планктонными беспозвоночными еще эффективнее. Подтверждено расчетами, что весь объем Куйбышевского водохранилища (3,4 км<sup>3</sup>) профильтровывается зоопланктоном за 7 – 8 суток, а в урожайные для кольвраток, каланоид и ветвистоусых раков годы – всего за 4 суток [47].

Наибольшей интенсивностью самоочищения воды обладают погруженные макрофиты прибрежных биоценозов, обладающие наивысшей биопродуктивностью среди всех типов водных и наземных биоценозов умеренных широт [48]. Проходя сквозь густые заросли погруженной и полупогруженной растительности, вода почти полностью освобождается от аллохтонных органических и биогенных веществ. При этом важную роль играют эпифитные водоросли, обрастающие подводные листья и стебли макрофитов. Они извлекают биогенные вещества из воды и тканей макрофитов. В результате затенения и обилия зоопланктона в этих биоценозах подавлено развитие фитопланктона, что резко понижает вероятность «цветения» воды.

Установлено, что на поверхности растений накапливаются взвешенные вещества, масса которых может достигать 10 – 25% самих растений. В конце вегетации макрофитов накопленный в их тканях фосфор и другие биогенные вещества перемещаются в зимующие корневища, способствуя уменьшению ре-

генерации этих веществ при разложении стеблей и листьев [49, 46, 48]. В макрофитных водоемах не бывает интенсивного «цветения» воды. Экосистемы этих водоемов устойчивы к эвтрофированию и способны сохранять прозрачность воды и хорошие качества [50].

Уровень самоочищающей способности водоема неоднороден в различных частях водосбора в силу многообразия сочетаний факторов экологической опасности и факторов самоочищения.

### 1.3.5. Структура ихтиоценоза

Самым требовательным участником водохозяйственного комплекса в отношении качества, количества воды и уровенного режима водных объектов выступает рыбное хозяйство.

Значительная часть факторов, отмеченных П.В. Тюриным [52], благоприятствует развитию ихтиофауны в озере. Площадь водного зеркала не превышает 500 км<sup>2</sup>, имеются удобные места для нерестилищ, отсутствуют большие глубины, водообмен составляет немногим более 4 раз в год. Мутность воды не велика, процесс разрушения берегов давно стабилизировался и ограничивается в основном переработкой пляжей. Заболачиваемость мелководий умеренная, заливные луга отличаются хорошим травостоем. Зарастаемость акватории озера водной растительностью довольно велика – 30%, но летом именно на этих площадях предпочитает держаться рыба.

Официальных сведений о заморах рыбы на озере нет, но по некоторым гидрохимическим пробам [53] отмечался недостаток растворенного кислорода в период ледостава.

Одна из основных научных проблем в настоящее время – обеспечение устойчивого использования биоресурсов при условии сохранения биологического разнообразия. Изменение видового разнообразия ихтиофауны в северных водоемах происходит чаще всего за счет выпадения видов в группе сиговых или лососевых рыб или в результате интродукционной работы.

В течение значительного промежутка времени после валдайского оледенения древнее Кубенское озеро как приледниковый водоем попеременно входило в состав бассейнов Каспийского, Балтийского и Белого морей. В некоторые периоды оно становилось бессточным или имело связь с другими озерами (Белое, Воже, Онежское и др.). Окончательное формирование современных очертаний озера и его притоков произошло около 2000-2500 лет назад, когда произошло формирование современной р. Сухоны. Изменения в направлении стоков из озера в различные периоды послеледникового привело к тому, что в него проникали представители различных ихтиофаунистических комплексов.

Пресноводный арктический комплекс представлен нельмой, сигом-нельмушкой и налимом; равнинный бореальный комплекс – окунем, плотвой, ершом, щукой, язом и другими видами. Из понтокаспийского комплекса в ихтиоценоз вошли лещ, густера, уклейка [8].

По ихтиологической характеристике озеро Кубенское относится к лещевому типу. В настоящее время в озере и его притоках насчитывается 20 видов рыб (табл. 3), промысловое значение имеют лишь 7.

Таблица 3

**Состав ихтиоценоза озера Кубенское [7, 24, с дополнениями]**

Виды	Относительная численность
Нельма <i>Stenodus leucichthys nelma</i>	+
Сиг-нельмушка <i>Coregonus lavaretus nelmushka</i>	+
Снеток <i>Osmerus eperlanus spirinchys</i>	+
Щука <i>Esox lucius</i>	++
Угорь <i>Anguilla anguilla</i>	+
Лещ <i>Abramis brama</i>	+++
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	+
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	+
Карась золотой <i>Carassius carassius</i>	+
Пескарь <i>Gobio gobio</i>	+
Язь <i>Leuciscus idus</i>	++
Елец <i>L. leuciscus</i>	+
Головль <i>L. cephalus</i>	+
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	+
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	+++
Жерех <i>Aspius aspius</i>	+
Налим <i>Lota lota</i>	+
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	++
Ерш <i>Gymnocephalus cernua</i>	+++
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	+

Примечание: + - малочисленна; ++ - средняя численность; +++ - многочисленна.

**Нельма** разного возраста встречается в озере круглый год. Нельма (разновидность белорыбицы) встречается во всех реках Северного Ледовитого океана. Она представляет собой жилую озерную форму, которая обособилась от северодвинской нельмы после сооружения в 1834 г. на реке Сухоне плотины для регулирования стока из Кубенского озера. Оставшаяся в озере рыба нашла в нем благоприятные условия. Иногда молодь нельмы заходит в Кубенское озеро через плотину. В отдельные годы некоторое количество нельмы северодвинской популяции проникает в Кубенское озеро осенью, перед ледоставом. В октябре – ноябре отлавливались отдельные экземпляры весом до 2 кг в истоке р.

Сухоны при движении их из реки в озеро. Наибольшие скопления нельмы в зимний период наблюдаются в центральной части озера, в нерестовый период – вблизи устья реки Кубены. В северо-западной и юго-восточной частях озера нельма практически не встречается. Обращает на себя внимание высокий темп роста рыбы. Прирост в отдельных возрастных группах составляет от 800 до 1200 г. Длина кубенской нельмы в уловах 1985-1990 гг. колебалась от 19 до 83 см, а вес – от 102 до 7670 г. Нельма – хищник и основу ее питания в основном составляет молодь ерша, окуня, плотвы. Бентосом и планктоном питается только в первый год жизни.

Половозрелость наступает у самцов на пятом (4+), а у самок на шестом (5+) году жизни. Нерестится в октябре в реке Кубена, нерестилища находятся на участке реки протяжением 240 км. В связи с резким падением воды в озере в последние годы заход производителей в р. Б. Ельма стал невозможным. Нерестовый ход нельмы начинается при температуре воды около 10°C. Нерестится нельма на перекатах на глубине 0,5 – 1,5 м. Скорость течения на нерестилищах колеблется от 0,3 до 0,6 м/с. Грунт в этих местах каменисто-галечный или песчаный, икра откладывается на гальку и песок и не зарывается, распределяется среди камней, между бороздками песка, слегка приклеивается к затонувшим древесным остаткам. Нерест происходит в сентябре – октябре при температуре воды от 6,5 до 2,5°C. Количество икринок (абсолютная плодовитость) колеблется от 92 до 165 тысяч, в среднем — 130 тысяч икринок.

Ранее нельма давала ощутимую долю в промысле. В 1953 г. ее годовой улов составил 615 ц, а если учесть хищения и браконьерство, то не менее 800 ц. или 25% от общей величины вылова. В последующие годы величина уловов нельмы сильно падает. В 1992 г. было выловлено 300 кг нельмы. По данным траховой съемки численность нельмы в озере составляла в 1989 г. 15,5 тыс. шт., в 1990 г. – 9,8 тысяч, в 1991 г. — 5,2 тысячи. Основная часть популяции нельмы была представлена неполовозрелыми формами. Только 16% из числа выловленных могли бы принять участие в нересте. В настоящее время, хотя на ее промысел и наложен полный запрет, запас этого вида сильно подорван, что, в первую очередь, связано с ухудшением условий размножения (захламление нерестилищ на р. Кубене отходами молевого сплава, обмеление р. Б. Ельма). Отрицательно сказалось и ухудшение условий обитания в необычно жаркие годы, когда наблюдалась гибель нельмы, нельмушки. Нельма, обитающая в водоемах европейской территории России, занесена в Красную книгу Российской Федерации (2001).

В течение многих лет биологию и экологию нельмы изучал Ю. С. Водоватов [3].

**Сиг-нельмушка** является эндемиком Кубенского озера. Характерная особенность сига – его малые размеры. Длина тела колеблется от 13,4 до 33 см, а вес от 19 до 235 г. В настоящее время этот вид потерял в озере Кубенском промысловое значение. Основные исследования биологии и экологии сига были проведены В. Г. Лебедевым. Размеры кубенского сига колеблются от 9,5 до 24,0 см, а вес – от 7 до 150 г [24]. Если в 1905-1910 гг. его уловы составили 40-60 т. в год, то в 1955 г. – 16 т, а с 1974 г. его уловы не учитываются промысловой статистикой. Запасы нельмушки в озере подорваны, численность крайне низка. Максимальный возраст сига составляет 9 лет при длине 29 см и весе 258 г. Питается он преимущественно зоопланктоном, в меньшей степени бентосом. В составе рациона кубенского сига выявлено 17 компонентов. Среди них многочисленные представители зоопланктона, личинки хирономид и других насекомых. В меньшей степени используются такие пищевые объекты как моллюски, олигохеты. Помимо животных кормов, в пище присутствуют детрит и водоросли. По характеру питания нельмушки относится к эврифагам с преобладанием в пище представителей зоопланктона.

**Нельмушка** – карликовая реликтовая форма европейского сига. Распространен по всему озеру, наибольшие скопления наблюдаются в северо-западной части озера.

Возраст созревания, высокая величина относительной плодовитости, короткий жизненный цикл, отсутствие пропусков нереста и другие особенности биологии являются следствием приспособленности кубенского сига к нетипичным для сиговых рыб условиям обитания в Кубенском озере. Возрастной состав представлен 6 – 8 возрастными группами. Средняя абсолютная плодовитость примерно 3900 икринок. Одной из интересных биологических особенностей нельмушки является значительное увеличение размеров икринок с возрастом рыбы. Сезонные изменения созревания гонад сопровождаются снижением упитанности. Половозрелость у кубенского сига наступает рано, на третьем году (2+). Икрометание нельмушки происходит только на нерестилищах нижнего течения р. Кубены. Во время нереста сиг поднимается вверх по течению не далее 80 км от устья. Нерест происходит на перекатах на глубине 0,5 – 1 м на быстром течении в вечернее время приблизительно с 6 часов вечера до 12 часов ночи. Грунт на нерестилищах песчаный. Икра слегка приклеивается к субстрату, состоящему из разного рода затонувших древесных остатков, скапливающихся за песчаными застругами. Нерестовый ход сига начинается обычно в первой половине октября при температуре воды 6°C и заканчивается в конце октября при температуре воды 2,5°C. Нерестовый ход продолжается всего лишь

10 – 12 дней. После нереста сиг сразу же скатывается в озеро. В большинстве случаев нерестилища нельмы и нельмушки совпадают.

Численность нельмушки, по данным экспертной оценки, составляет около 100 тыс. шт., существует реальная угроза ее исчезновения из состава ихтиофауны Кубенского озера. В настоящее время нельмушка не является промысловым видом, встречается в прилове [3].

Щука Кубенского озера обитает в зарослях прибрежной растительности. Поскольку озеро мелководно и к середине лета в значительной степени зарастает высшей водной растительностью, условия для нагула щуки здесь исключительно благоприятны. В Кубенском озере такие участки располагаются преимущественно в северо-западной части озера и по западному побережью. Весной щука держится в пойменных местах.

В ряду хищников, населяющих озеро Кубенское, щука занимает особое место. Самки растут быстрее самцов и вес их гораздо выше при одном и том же возрасте. Обладая высоким темпом роста, щука уже на первом году жизни практически не конкурирует в питании с нельмой, окунем и судаком, т.к. использует в пищу жертвы больших размеров. Достигнув 25 – 33 мм длины, питается личинками рыб. Основные объекты питания щуки: плотва, ерш, окунь, лещ. Нередко взрослая щука потребляет собственную молодь. Предположение о том, что щука поедает нельму, не подтвердилось. Исследованиями Ю.С. Водоватова было установлено, что молодь нельмы в питании щуки скорее случайный, чем обычный компонент. В 1991 – 1992 гг. было проанализировано 309 желудков щуки, но ни одной нельмы найдено не было [3].

Крупных скоплений в период нагула щука не образует, предпочтительно держится в зарослях высшей водной растительности, равномерно распределяясь по акватории озера. Наибольшая плотность щуки отмечается в двухкилометровой прибрежной зоне озера.

В нересте участвуют щуки от двух до десяти лет. Самцы созревают в двухлетнем возрасте, но большей частью на 3 – 4 году жизни. Самки созревают с трехлетнего возраста. Соотношение самцов и самок во время нереста 3:1. Основной нерестовый субстрат – остатки прошлогодней растительности. Температура воды на нерестилище около 8°C. Самки, готовые к икрометанию, концентрируются на глубине менее 1 м, самцы постоянно находятся в районе нерестилищ, готовые сопровождать самку во время процесса икрометания. Самки подходят из глубины, избегая мелководья, и после нереста покидают нерестилище, также придерживаясь глубоких мест.

Промысел щуки на озере ведется очень давно. Средний вылов ее за притонение невода может составлять около 200 кг. Запасы щуки в озере в 1992 г.

составили 188 т. В озере Кубенское щука как промысловый вид занимает важное место. После судака это наиболее ценный биологический мелиоратор водоема. Активно вылавливается щука в нерестовый период, что привело к омоложению стада.

Лещ – ценная промысловая рыба. Максимальные уловы (236,8 т) наблюдались в 1990 г. [3]. Он в основном, держится в открытой части озера, на глубоких местах, и лишь в период нереста подходит к берегам. Лещ составляет до 50% от общего улова в Кубенском озере.

Популяция леща в оз. Кубенское, благодаря высокой воспроизводительной способности и обеспеченностью кормами, поддерживает свою численность на довольно высоком уровне. В суровые зимы толстый лед сокращает жизненное пространство для рыб, средняя глубина подо льдом 1,1 м, площадь озера сокращается более чем в 2 раза.

Для популяции леща характерно появление отдельных высокочисленных поколений с периодичностью 7 – 11 лет. Такие поколения отмечены в 1972, 1983, 1988 гг. Основу уловов составляет лещ в возрасте 9+ (22 – 29 см). Численность леща в возрасте 4+ за 18 лет наблюдений (1974 - 1992) составляет в среднем 0,94 млн. штук в год.

Основное местообитание леща — центральная и северо-западная части озера. Весной во время нереста лещ держится разрозненно, а с конца июля – начала августа собирается в косяки. Своим постоянным местообитанием лещ избирает глубокие заводи, еще чаще — илистые ямы. Мелкий лещ держится большей частью на песке. Взрослый лещ предпочитает глинистое, немного иловатое дно, редко выходит далеко в поисках пищи. При недостатке пищи он может покидать постоянные места обитания и перемещается по самым глубоким местам, при этом косяк лещей растягивается длинной вереницей. Лещи очень пугливы и осторожны, но в тоже время ленивы и вялы. В жаркие дни, особенно перед грозой, лещи плещутся на мелях.

Основная пища леща — поденки, мотыль, олигохеты, моллюски, водоросли, ил, различные личинки насекомых.

Конкурентом в питании молоди леща является мелкий ерш, который потребляет те же формы планктона. С взрослым лещом конкурирует крупный ерш, который, как и лещ, питается бентосом. Густера, плотва, окунь и язь имеют питание, сходное с лещом.

Нерест леща в Кубенском озере происходит в конце мая. Икру мечут на травянистых отмелях, в неглубоких заливах. Плодовитость самки леща около 100 тысяч икринок. Икра клейкая, нерестовым субстратом служат остатки прошлогодней растительности. На зиму собираются в глубоких песчаных местах и

впадают в спячку. Темп роста леща в озере Кубенском выше, чем в озерах Белое и Ильмень.

**Плотва** встречается в реках, озерах, водохранилищах, занимает одно из первых мест по численности. Питается высшими растениями, личинками насекомых, олигохетами, моллюсками и др. организмами. Растет медленно, созревая к трем – пяти годам при длине до 12 см, живет до 12 – 15 лет. Нерестится в конце апреля – начале мая, икру откладывает на прошлогоднюю траву, залитую водой.

В Кубенском озере плотва обитает на участках, заросших высшей водной растительностью. Результаты массовых промеров плотвы из неводных уловов показывают, что здесь встречаются рыбы длиной от 11 до 25 см и весом от 20 до 305 г. В желудках плотвы отмечены водоросли, ткани высших растений, личинки насекомых, ракчи, моллюски и черви. В октябре 2007 г. мы исследовали пищеварительный тракт 25 экз. плотвы (15 – 20 см). У всех рыб обнаружены частицы раковин моллюска дрейссены. Уже в 1985 г. отмечалось интенсивное заселение дна озера этим волжским переселенцем, который, по-видимому, стал основным кормом плотвы. У леща, который был исследован 28 ноября 2007 г. (15 экз. длиной 19 – 32 см), дрейссена не обнаружена.

Плотва чрезвычайно пластичный вид в отношении питания и условий размножения. В рационе хищных рыб занимает значительное место. Ею питаются шука, нельма, окунь, судак.

**Язь.** Населяет воды Европы и Сибири. Предпочитает равнинные реки, встречается в озерах и водохранилищах, относится к видам средней численности, его годовые уловы в озере Кубенское составляют 15-16 тонн.

Основу питания язя составляют моллюски, личинки насекомых, водоросли и мальки рыб.

Растет довольно быстро. Половозрелым становится на 4 – 6 году жизни при длине 25 см. Нерестится гораздо раньше, чем плотва, и выклев личинок происходит при более низких температурах. Плодовитость от 11,2 до 25 тысяч икринок. Икру откладывает на камни и растительность.

**Окунь.** Обыкновенный окунь широко распространен в водоемах Голарктики, за исключением бассейна Средиземного моря и Северной Скандинавии.

В настоящее время в озере Кубенском окунь, наряду с ершом, занимает доминирующее место в ихтиофауне. В первый год жизни мелкий окунь держится в прибрежных зарослях и имеет широкий спектр питания. Одни ведут хищный образ жизни, другие придерживаются прибрежных зарослей, питаясь там беспозвоночными. Окунь может переходить на хищное питание уже при длине 2 – 4 см, но обычно становится хищником при длине более 10 см. Пита-

ется молодью других видов и собственной, каннибализм особенно проявляется в озерах. На прирост одного килограмма окуня требуется в качестве корма 5,5 кг другой рыбы. Окунь, имея широкое распространение и высокую численность, является доступной добычей для многих рыб (щуки, налима, судака, нельмы) и рыбоядных птиц. Окуня вылавливают в значительном количестве, он относится к малоценным видам, питается теми же кормами, что и ценные промысловые рыбы, и поедает отложенную ими икру. Установлено значительное совпадение спектров питания окуня с нельмой и щукой. Практически у всех хищников (крупный окунь, нельма, щука) в основе рациона лежат 3 компонента – мелкий окунь, плотва, ерш, но в разной степени. Нерест окуня происходит вскоре после вскрытия водоема в мелких местах поймы.

Судак в озере не является коренным обитателем. Его переселили сюда местные рыбохозяйственные организации в 1934-1936 гг. Для акклиматизации был взят судак из Белого озера в количестве 2 тыс. производителей. Судак в озере прижился и размножился, сформировалась самовоспроизводящаяся популяция кубенского судака. Промысловый лов судака начат в 1952 г., в 1953 г. улов составил 38 ц. Он обитает в пелагиали, где держится на разных глубинах в зависимости от размещения основных объектов его питания, содержания кислорода и температуры воды.

В питании судака отмечены сеголетки нельмы и сига. И.С. Титенков [7] считал, что судак, питающийся молодью сиговых рыб, может с течением времени отрицательно повлиять на их запасы. В дальнейшем В.Г. Лебедев отмечал, что при увеличении стада судака резко снизилась численность сиговых рыб в Кубенском озере, и он перешел к питанию мелкими окуневыми – ершом и окунем [24]. Судак в Кубенском озере растет быстрее, чем в оз. Белое.

Нерест судака происходит весной в прибрежной зоне. Место для откладывания икры выбирает самец и очищает его от ила. Нерестовый субстрат может быть различным, чаще всего это галька и камни.

Ерш широко распространен в водоемах Европы и Азии вплоть до Колымы. В Кубенском озере встречается повсеместно. Он занимает важное место в питании других окуневых рыб (судака, крупного окуня), щуки, налима. Сразу же после выклева молодые ерши питаются зоопланктоном, но вскоре переходят на питание бентосом.

Раннее созревание, высокая плодовитость обеспечивают его высокую численность в водоеме. Ерш является пищевым конкурентом ценных промысловых рыб, особенно, леща. Питается икрой многих рыб.

В Кубенском озере специализированный отлов ерша проводится весной в период запрета на промысел других видов. Мутниковый лов продолжается с 20

мая по 10 июня. За промысловый день вылавливается в среднем 0,3 т ерша, за сезон вылов может составить 40 т. Специализированный отлов ерша в озере способствует лучшему обеспечению кормами других рыб: леща, плотвы, окуня, язя.

Ерш используется на корм птице, свиньям, пушным зверям.

В июле 2000 г. на озере Кубенском наблюдалась массовая гибель ерша. Основной причиной массового замора является повышение температуры воды до +26°C в поверхностном и до +25°C в придонном слоях воды, что привело к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода [9]. В августе 2004 г. также произошла массовая гибель ерша. Гибель рыбы наблюдалась на всей акватории озера. Анализ проб воды показал, что ухудшение гидрохимических показателей наблюдались только по растворенному кислороду. По остальным загрязняющим веществам увеличения концентраций не отмечено [26].

Кроме отмеченных выше 7 видов промысловых рыб, в озере обитает еще 13 видов рыб, из которых ловятся в небольшом количестве карась и налим. Никакого промыслового значения не имеют хариус, снеток, уклейка, елец, пескарь; чехонь и жерех проникли в Кубенское озеро в 1990-е гг.

**Хариус** редко встречается в самом озере, чаще в его северо-западной части, вблизи устьев Уфтуги, Иеды и Порозовицы.

**Снеток** в озере встречается единично. Снеток проник в Кубенское озеро из Белого, после строительства Северо-Двинского канала.

**Карась** обычен в заболоченных участках озера. Часто всего он ловится в Токшинском озере.

**Густера** обитает в реках и озерах Европы. В Кубенском озере распространена повсеместно, но немногочисленна. Достигает в длину 35 см и массы 1,2 кг, чаще 400-500 г.

Созревает в 3-4 года при длине 12-14 см. Нерестится в мае-июне при температуре 15-17°C. Икру выметывает порционно в 2 – 3 приема или единовременно. Плодовитость составляет 17 – 109 тысяч икринок. Питается густера планктоном, растительностью, личинками насекомых, моллюсками. В уловах немногочисленна, встречается вместе с лещом и плотвой.

**Голавль** широко распространен по всей Европе. В Кубенском озере встречается в небольшом количестве. Предпочитает песчаное, каменистое или илистое дно.

Питается водной растительностью, моллюсками, олигохетами, мальками рыб. Растет голавль относительно быстро, половой зрелости достигает в возрасте 4 – 5 лет. Нерестится на быстрых, неглубоких перекатах. Больших скоплений не образует. Промыслового значения не имеет.

Уклейка встречается в пресных водоемах Европы, чаще всего — стоячих или медленно текущих. В Кубенском озере малочисленна. Питается уклейка зоопланктоном, воздушными насекомыми.

Максимальная длина 17 см, половой зрелости достигает при длине 8 см на третьем году жизни. Размножается в мае – июне при температуре 15-16°C. Нерест порционный, выметывает от 3 до 6 порций икры, откладывая ее на водную растительность. Плодовитость от 3 до 10,5 тысяч икринок. Продолжительность жизни около 6 лет.

Промыслового значения не имеет.

Пескарь распространен по всему озеру. Встречается единично.

Елец встречается в протоках озера. Держится на каменистом грунте.

Налим распространен в пределах Европы и Северной Азии, встречается во всех реках Северного Ледовитого океана, а также в р. Амур. Налим любит чистые и холодные воды, встречается обычно на песчаных грунтах. Размножается зимой подо льдом. Летом при повышении температуры воды выше 15 – 16°C налим впадает в спячку, почти полностью прекращает питаться. Взрослые налимы питаются преимущественно мелкой рыбой, в меньшей степени личинками насекомых и ракообразными. Налима считают ночной рыбой, избегающей солнечного света. Растет налим довольно медленно.

Кубенское озеро является фактически замкнутым водоемом, а в таких водоемах конкуренция в пище, особенно в условиях интенсивного рыболовства, может привести к ощутимым количественным и качественным изменениям в ихтиоценозе. Учитывая высокую конкурентную способность в питании леща со стороны плотвы, окуня и ерша, можно полагать, что снижение количества леща за последние годы связано в какой-то степени с ростом количества вышеназванных мелкочастиковых рыб. Кроме леща, при возрастании численности ерша, окуня и плотвы в неблагоприятном положении оказывается сиг и язь.

От темпов прироста веса, величины смертности и продолжительности жизненного цикла зависит динамика ихтиомассы популяции. У леща и щуки скорость нарастания ихтиомассы значительно выше, чем у плотвы, окуня, язя. Следовательно, популяции последних в силу низких темпов весового прироста с возрастом не компенсируют потерю биомассы от естественной смертности. Это оправдывает использование промыслом младших возрастных групп данных популяций. Значительно более высокие темпы весового прироста у леща и щуки, с максимумом нарастания ихтиомассы в старших возрастных группах, позволяют сделать вывод об их высокой способности восполнить потери от естественной смертности до определенного возраста.

Одним из факторов ухудшения условий среды обитания ихтиофауны в озере Кубенском являются изменения уровня воды. Анализ изменения уровня воды проводился Вологодским центром гидрометеорологической службы (ВЦГМС). Так, максимальные показатели уровня воды в 2002 г. отмечались в мае (380 см – д. Коробово и 351 см – д. Пески), а минимальные – в ноябре – декабре, составляя 41 и 12 см соответственно. В целом, за последние несколько лет для Кубенского озера сохраняется низкий уровенный режим, создающий неблагоприятные условия для воспроизводства рыбных ресурсов. При сильном обмелении озера в зимнюю межень отмечаются либо заморы рыб, либо исход в Сухону (зима 2003 г.) [9].

### **1.3.6. Требования к уровням воды озера Кубенское в период нереста и зимовки основных промысловых рыб**

Воспроизводство рыбных ресурсов и рыболовство нуждается в поддержании наиболее благоприятного уровенного и ледового режимов в озере, сохранении или расширении нерестилищ, сохранении необходимого количества воды.

Для определения требований одного из основных участников водохозяйственного комплекса – рыболовства и воспроизводства рыбных ресурсов к уровенному режиму озера Кубенское рассматривается влияние ряда абиотических факторов на такой интегральный показатель состояния экосистемы как рыбо-продуктивность. Наблюдения, проводившиеся в период с 1975 по 1992 гг. специалистами Вологодской лаборатории ГосНИОРХ [3], за размерно-возрастным, весовым составом и численностью популяций основных промысловых рыб свидетельствуют о периодическом появлении в озере отдельных поколений рыб высокой и особо высокой урожайности.

Колебания численности рыб разных поколений могут отличаться в десятки раз. В качестве показателя, характеризующего воспроизводство поколений рыб, был выбран лещ, который доминирует в промысле. По данным многолетних наблюдений была построена кривая темпов убыли численности поколений в условиях озера в зависимости от величины промысловой и естественной смертности. Значения показателя промысловой смертности исчислялись на основании фактических данных об объеме вылова леща за год и результатов ихтиологических анализов. Коэффициент естественной смертности в средних возрастных группах леща Кубенского озера составил 24%. Оценка средней численности леща в возрасте 4+ за 18-летний период наблюдений составила 0,99 млн. штук.

Наблюдая за темпами убыли численности леща под действием естественной смертности и вылова, отмечается, что для оптимального использования биопродуктивных возможностей водоема ежегодная стартовая численность поколения 4+ должна составить около 1,2 млн. штук, при этом возможно ежегодное изъятие части стада леща в пределах 300 – 350 тонн.

В условиях Кубенского озера в период нереста необходимо поддержание уровня воды для покрытия прошлогодней растительности, которая используется рыбами в качестве нерестового субстрата. Большое значение для выживания икры имеют также колебания уровня воды в период инкубации. При снижении уровня воды икра может обсохнуть и эффективность нереста будет снижаться.

Вторым условием является среднесуточная температура воды в течение 10 – 12 суток инкубации. В сумме она составляет 150°C.

Особое внимание следует уделять условиям зимовки молоди и взрослых особей в различные годы от начала ледостава до даты максимальной толщины льда. Чем суровее зима и толще лед, тем меньше жизненное пространство для рыб в мелководном озере. Улучшение условий зимовки промысловых видов рыб в озере возможно путем регулирования стока воды через плотину шлюза «Знаменитый» в осенне-зимний период.

## **2. Антропогенное воздействие на экосистему озера Кубенское**

Озеро Кубенское – водоем комплексного использования. В силу гидрологических особенностей, месторасположения, населенности территории озеро представляет собой объект определенных противоречий участников водохозяйственного комплекса (ВХК) [16].

В бассейне Кубенского озера участниками ВХК являются: города, поселки, сельские населенные пункты; промышленные предприятия; сельскохозяйственное производство; речной транспорт; маломерный флот; рыболовство; рекреация.

Исторически сложившееся природопользование на водосборе озера, выразившееся в развитии уплотненной инфраструктуры вокруг водотоков и водоемов, определяет неодинаковую степень загрязненности водных ресурсов как в различных створах основных притоков и акватории озера, т.е. в пространстве, так и во времени. Основные факторы антропогенного загрязнения: судоходство, в т.ч. маломерный флот, промышленно-бытовые стоки, минеральные удобрения и гербициды, смываемые дождевыми и талыми водами с полей, гниение древесины, оставшейся после молевого сплава и др.

Бассейн озера Кубенское, представленный лесистой равниной с густой речной сетью, был выгоден в свое время для заготовки и сплава древесины. Последствия вырубки лесов и молового сплава негативно отразились на гидрологическом режиме и качестве воды Кубенского озера [9].

## 2.1. Озеро Кубенское как источник водоснабжения г. Вологды

Площадь зеркала озера Кубенское в период открытой воды может заметно сокращаться. Так, по данным Вологодского центра гидрометеорологической службы (ВЦГМС), за период открытой воды в 2001 году среднесезонная площадь озера Кубенское составляла около  $407 \text{ км}^2$ , а в 2002 году –  $400 \text{ км}^2$ .

Сокращению площади водного зеркала озера может способствовать дополнительный забор воды для нужд г. Вологды после постройки в 1991 году водовода. Водовод «озеро Кубенское – г. Вологда» мощностью  $1,7 - 5,4 \text{ м}^3/\text{с}$ , ежегодно изымая 11% минимального стока в озеро, уменьшает объем озера на 60 млн.  $\text{м}^3$ . При существующем НПУ 107,2 м средняя глубина озера в зимний период составляет 43-80 см, что неблагоприятно оказывается на зимовке рыб [2]. Кроме того, оказалось, что при данной отметке уровня (принятого лимитирующим в проекте водоснабжения г. Вологды) фактическая площадь по уточненным кривым меньше принятой на 23%, а объем озера – на 44% [15]. Обмеление приводит к разделению озера Кубенское в зимний период на северную и южную части. Южная часть в период низкой зимней межени представляет собой узкий водоем с глубинами 0,6-0,8 м, по которому осуществляется транзит стока р. Кубена – р. Сухона. Северная часть в этот период отличается застойным характером водных масс [16].

Наряду с колебаниями уровня воды отмечены и изменения температурного режима. Увеличение температуры более  $4^\circ\text{C}$  обычно начинается в начале мая, а уменьшение температуры ниже этой отметки отмечается в конце октября, что означает смену температурной стратификации. Максимальный прогрев водной массы, как правило, наступает во второй половине июля, при средней температуре  $23^\circ\text{C}$ . По данным ВЦГМС, в 2002 году средняя температура воды в июле составила  $+23,2^\circ\text{C}$  (д. Пески) и  $24,4^\circ\text{C}$  (д. Коробово), в октябре  $+1,6^\circ\text{C}$  и  $+0,9^\circ\text{C}$  соответственно. В июле максимальные показатели температуры воды составили  $26,4^\circ\text{C}$ , а минимальные –  $+16,8^\circ\text{C}$ .

На фоне мелководности и органического загрязнения наблюдается ухудшение кислородного режима, что служит предпосылкой возникновения заморов рыб. В соответствии с общими требованиями к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, содержание растворенного в воде кислорода в летний (открытый) период во всех водных

объектах должно быть не менее 6 мг/л [25]. По данным ВЦГМС, содержание растворенного в воде кислорода в 2002 году за период открытой воды изменилось от 5,38 мг/л до 12,0 мг/л. За этот период содержание в воде кислорода ниже 6 мг/л отмечалось в мае месяце. Критическое содержание (3,65 мг/л) кислорода в воде озера Кубенское отмечалось в придонном слое в 1994 году.

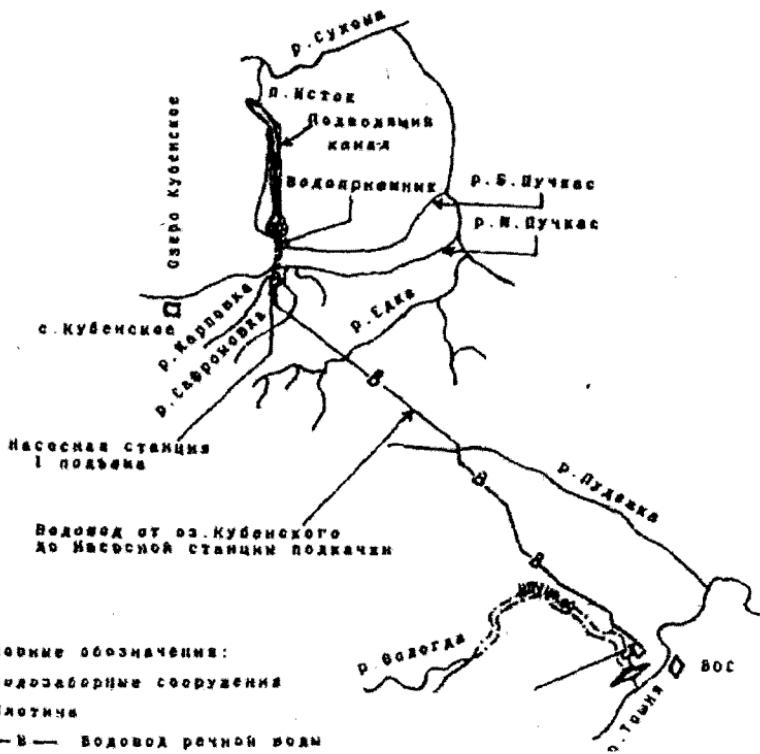


Рис. 2. Схема водовода Кубенское – Вологда

Озеро Кубенское является источником централизованного хозяйствственно-питьевого водоснабжения г. Вологды (рис. 2). В связи с этим актуален вопрос, связанный с водоснабжением населения качественной питьевой водой. Водоисточники подвергаются интенсивному воздействию антропогенно-техногенных факторов. Наибольшую опасность для водных ресурсов представляют недостаточно очищенные или вовсе неочищенные сточные воды: хозяйствственно-фекальной и промышленной канализации; поверхностный сток с промышленных площадок и селитебных территорий; ливневые и талые воды с водосборов;

поверхностный сток с площадок животноводческих ферм и комплексов; дренажные воды недостаточно изолированных прудов-накопителей жидких отходов производства; дренажный и поверхностный сток с мелиоративных сельскохозяйственных угодий. С такими стоками в водоисточники поступают биогенные загрязнения, фенолы, нефтепродукты, соли тяжелых металлов, продукты разложения удобрений и ядохимикатов и т.д. [39].

Загрязнение промышленными стоками (постоянное или периодическое) способствует ухудшению качества питьевой воды и требует дополнительной очистки, что предусмотрено соответствующими документами. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2001 г. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» устанавливают гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения населенных мест [40]. СанПиН "Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод" 2000 г. устанавливает гигиенические требования: к качеству воды водных объектов в пунктах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования, к условиям отведения сточных вод в водные объекты, к размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации хозяйственных и других объектов, способных оказать влияние на состояние поверхностных вод, а также требования к организации контроля за качеством воды водных объектов [41].

Динамика показателей качества воды определяется природными факторами. Наиболее напряженными периодами являются фазы весеннего половодья и летне-осенних паводков, а по содержанию железа – все фазы водного режима. Содержание органических соединений превышает допустимые для водоисточников нормативы. Это связано с наличием органических веществ гумусового происхождения, окрашивающих воду в желто-коричневые тона. В период половодья гуминовые вещества, содержащиеся в лесной подстилке, перегнойном горизонте подзолистых почв и торфах болот, интенсивно поступают в водные объекты с поверхностным стоком. Повышение содержания в воде органических веществ отражается в изменении показателей БПК<sub>5</sub> и окисляемости. Так, по данным ВЦГМС, величина БПК<sub>5</sub> изменялась от 2,3 до 5,6 мг О<sub>2</sub>/л в мае 2002 года, превышая ПДК в 2,8. Наибольшая величина бихроматной окисляемости 42,2 мг/л также составляла в мае, превышая ПДК в 2,8 раза. Повышение органического загрязнения Кубенского озера подтверждается и показателями цветности

воды. За период открытой воды эта величина изменялась от 34 в октябре до 120 град. в мае.

Содержание железа в воде озера составляет 0,03-1,15 мг/л, среднегодовая концентрация – 0,2-0,9 мг/л (превышение ПДК до 3,2 раза). Периодически в водах озера появляется медь в концентрациях, превышающих ПДК в 2-2,5 раза. Среднегодовые показатели ЛКП не превышают гигиенических нормативов. Содержание колифагов высокое, превышающее гигиенические нормы в 2-9 раз [44].

В таблице 4 приведены оценки показателей качества воды, поступающей на очистные сооружения из озера Кубенское [17].

Таблица 4

**Характеристика рядов наблюдений за показателями качества воды озера Кубенское в период 1992-1996 гг. [17]**

Наименование показателя	Единица измерений	Значение показателя*	ПДК мг/л
Цветность	мг/л	200-39/76	20
Мутность	мг/л	21,2-0,8/3,8	2,6
ХПК	мг/л	76,96-18,68/53	-
Нефтепродукты	мг/л	0,32-0,0/0,06	0,05
Растворенный кислород	мг/л	11,5-2,3/7,65	6
Железо общее	мг/л	9,6-0,06/1,16	0,5
Перманганатная окисляемость	мг/л	40,31-3,62/16,46	10
БПК <sub>полн</sub>	мг/л	5,6-0,1/2,78	менее 3
Хлориды	мг/л	20,19-1,0/8,68	300
Сульфаты	мг/л	104,11-3,0/40,03	500
Кальций	мг/л	98,15-8,0/37,0	180
Магний	мг/л	53,38-4,86/19,23	40
Фтор	мг/л	0,2-0,0/0,122	1,2
Аммоний	мг/л	9,85-0,0/0,68	0,5
Нитриты	мг/л	0,088-0,-/0,035	0,9
Нитраты	мг/л	2,78-0,0/0,97	0,02
Медь	мг/л	0,05-0,0/0,09	0,01
Калий+натрий	мг/л	41,2-0,0/11,51	170
Марганец	мг/л	0,768-0,063/0,185	0,1
Мышьяк	мг/л	0,268-0,0/0,005	0,05
Свинец	мг/л	0,023-0,-/0,005	0,03
Цинк	мг/л	0,045-0,0/0,009	0,01
ОМЧ	число образующих колонии бактерий в 1 мл	300-1,0/42	не более 50
Фенол	мг/л	0,019-0,0/0,003	0,001
Кадмий	мг/л	0,003-0,0/0,0008	0,001

\*Примечание: в числителе дроби приводится *max* (слева) и *min* (справа) значения показателей, в знаменателе – норма ряда наблюдений.

По данным табл. 4 видно, что средние величины концентраций целого ряда ингредиентов превышают ПДК в несколько раз: фенолы, кадмий. Высоки показатели цветности, нитратов, меди.

При высокой степени освоенности водосбора Кубенского озера в его воды поступают значительные объемы стоков от предприятий, населенных пунктов и смывы с полей, которые содержат органические и токсические вещества. Оценка влияния водосбора на уровень загрязнения озера подтвердила негативное значение его высокой освоенности. Предприятия производственного, хозяйствственно-бытового, сельскохозяйственного назначения вносят в озеро и его притоки около 8 т БПК, 2,3 т взвешенных веществ, 17,7 т сульфатов, 2 т аммонийного азота, 0,01 т СПАВ [44]. Так как озеро Кубенское находится в зоне активной атмосферной циркуляции, загрязняющие вещества поступают и с дальним воздушным переносом от других крупных промышленных центров. Среди токсических элементов, опасных для гидробионтов, в воде озера Кубенское отмечалось превышение допустимой нормы по меди – 17,8 ПДК, цинку – 2,6 ПДК и нефтепродуктам – 2,8 ПДК. Помимо этих веществ, в воде отмечены железо общее, СПАВ, гексахлоран и линдан.

Загрязнение водоема неочищенными бытовыми стоками поддерживает существование антропоургических очагов дифиллоботриоза. Человек, в котором паразитирует взрослая форма червя, выделяет яйца паразита, развитие которых происходит только в воде; они попадают в воду с бытовыми и поверхностными стоками. Из яйца выходит свободноплавающая личинка – корацидий, попадающий в организм циклопа, в полости тела которого развивается процеркоид. Дальнейшее развитие гельминта происходит в планктоядных рыбах, где формируется плероцеркоид. У хищных рыб (щука, налим, крупный окунь) происходит накопление плероцеркоидов – инвазионных личинок, способных вызвать заражение человека. На протяжении 15 последних лет поддерживается стабильно высокий уровень заболеваемости населения, показатель которого в западных районах области превышает средний показатель по России в 2 раза.

В настоящее время воды озера Кубенского по кислородному режиму, показателям окисляемости, биопродукционным показателям характерны для водоема мезотрофного типа. Учитывая также данные об удельном количестве микроорганизмов, преобладание диатомовых и синезеленых водорослей, можно отнести воду озера к  $\beta$ -мезосапротному классу [17].

Таким образом, качество воды является одним из результатов жизнедеятельности озерной экосистемы и представляет совокупность свойств, определяющих пригодность водных ресурсов для конкретных видов водопользования, и условия существования водных экосистем.

## 2.2. Судоходство

Озеро Кубенское является водохранилищем со специфическим регулированием, цель которого – поддержка судоходных уровней на перекатах верхней и средней Сухоны. Его акватория, как и вся Северо-Двинская шлюзовая система, относится к внутренним водным путям регионального значения. Вплоть до 1990 г. объем перевозок в створе гидроузла № 7 (шлюз «Знаменитый») постоянно возрастал. В последние годы, как отражение спада в промышленном и сельскохозяйственном производстве, наблюдается резкое снижение интенсивности грузопотока [17].

Сократилось количество работающих судов. Если в 1992 г. в Сухонском речном пароходстве работало 141 самоходное судно, то в 1994 г. их количество уменьшилось до 38.

Работа водного транспорта противоречит интересам рыбного хозяйства и рекреации. Волны от прохождения судов взмучивают воду на мелководье, разрушают берега, способствуют заилиению нагульных нерестовых площадей. Шум двигателей распугивает рыбу, работа моторов оглушает мальков.

При эксплуатации водоемов речным транспортом происходит их загрязнение. Источником загрязнения водоемов речным транспортом можно считать подсланевые воды, которые образуются в машинных отделениях судов и отличаются высоким содержанием нефтепродуктов. Загрязнение водоемов нефтью и нефтепродуктами затрудняет все виды водопользования. Влияние нефти, керосина, бензина, мазута, смазочных масел на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха), растворении в воде токсических веществ, образовании поверхностной пленки, понижающей содержание в воде кислорода, а также осадка нефти на дне водоема [27].

Характерный запах и привкус обнаруживаются при концентрации нефти и нефтепродуктов в воде 0,5 мг/л., а нафтеновых кислот – 0,01 мг/л. Значительные изменения химических показателей воды происходят при содержании нефти и нефтепродуктов более 100 – 500 мг/л.

В рыбохозяйственных водоемах загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению качества рыбы (появление окраски, пятен, запаха, привкуса), гибели, отклонениям от нормального развития, нарушению миграции рыб, молоди, личинок и икры, сокращению кормовых запасов (бентоса, планктона), мест обитания, нереста и нагула рыб.

Биомасса бентоса и планктона на загрязненных участках озера резко уменьшается. Токсическое воздействие нефти и нефтепродуктов на рыб обусловливается выделяющимися при разрушении нефти токсическими веществами. Концентрация нефти в воде 20 – 30 мг/л вызывает нарушение условно-

рефлекторной деятельности рыб, более высокую их гибель. Особую опасность представляют нафтеновые кислоты, содержащиеся в нефти и нефтепродуктах. Их концентрация в воде 0,3 мг/л смертельна для гидробионтов.

Количество судов, проходящее через озеро Кубенское, в отдельные годы достигало 12 тыс., хотя в 1990-е годы интенсивность движения судов уменьшилась более чем в 7 раз. Несмотря на это, уровень загрязнения нефтепродуктами в данный период остается высоким. Так, было рассчитано, что в озеро в течение года может поступать около 3 тыс. тонн нефтепродуктов из-за транзитного судоходства и порядка 9 т с выхлопами двигателей маломерного флота [9].

### 2.2.1. Влияние маломерных судов

Проблема защиты водоемов от нефтепродуктов, поступающих в воду при их эксплуатации, приобретает такую же актуальность, как проблема защиты от воздействий выбросов автомобильных двигателей в условиях городской среды.

Маломерный флот является значительным источником загрязнения водоемов нефтепродуктами. Эксплуатационные потери топлива, приходящиеся на один двигатель в день, составляют около 200 г.

Известно, что при работе подвесных лодочных моторов в воду попадают летучие и нелетучие нефтепродукты, токсичные канцерогенные вещества. Расчеты показывают, что при работе двигателя в течение 100 часов (средняя норма при навигации) в воду поступает до 10 кг нефтепродуктов. Это объясняется тем, что, в отличие от судовых дизельных двигателей, лодочный мотор имеет подводный выхлоп. Вопрос о канцерогенных веществах, имеющихся в подводном выхлопе, пока не изучен. Величина ПДК для нефтепродуктов составляет 0,05 мг/л.

Среди причин, повлиявших на сокращение рыбных запасов, следует назвать увеличение количества моторных лодок. В обмелевшем озере нерест происходит на более мелких участках, поэтому отпугивающее действие лодок на рыб стало сказываться сильнее. Курсирование лодок мешает нормальному выклеву и подрастианию молоди промысловых рыб. Шумовые и волновые удары убивают личинок на стадии прикрепления их к растительности, а личинки, доспевшие до мальков, часто гибнут у береговой линии. Массовое движение моторных лодок нарушает условия естественного воспроизводства рыбы, пути ее миграций, отражается на кормовой базе водоемов.

На водосборе озера Кубенское, по данным инспекции маломерного флота, было зарегистрировано 913 лодок с подвесными моторами. Непосредственно на акваторию озера приходилось около 500 лодок. Частота выездов увеличивается в сенокосное время, во время сбора грибов и ягод.

Если все лодки отъедут за сезон по 100 часов, то от них в водотоки и водоемы поступит 9,13 тонн нефтепродуктов. Однако следует иметь в виду, что в

летний период в местах массовых стоянок лодок загрязнения могут превышать допустимые концентрации [17].

### **2.3. Рыболовство и воспроизводство рыбных ресурсов**

В последние десятилетия усиливается отрицательное влияние хозяйственной деятельности человека на озерные экосистемы. Результатом антропогенного воздействия на озера является ускорение процессов эвтрофирования, которые ведут к увеличению продуктивности и уменьшению видового разнообразия биоты. Среди абиотических и биотических факторов, действующих на экосистемы, ведущим является рыбный промысел. На фоне общей тенденции, которая в процессе эвтрофирования проявляется в замене крупных и длинноцикловых рыб на мелкие, рано созревающие и короткоцикловые виды, особенно остро стоит вопрос о правильной ориентации промысла с учетом состояния популяций и экосистем в целом.

Глубокие исследования в последние десятилетия не проводились. О современном состоянии ихтиоценоза озера и действии на него промысла позволяют судить только данные промысловой статистики, определенные биологические параметры основных популяций рыб и расчеты ихтиомассы отдельных видов [8].

Прямое воздействие на структуру ихтиоценоза оказывает интенсивность промысла, степень которой можно оценить при сравнении потенциальных запасов биомассы рыбы с промысловой рыбопродуктивностью [6].

Показателем рыбопродуктивности водоема может служить объем рыбопродукции, оценка которого возможна по результатам вылова промысловыми организациями и рыболовами-любителями [3].

В среднем рыбопродукция водохранилищ России с учетом любительского лова оценивается значением 10-12 кг/га, изменяясь от водоема к водоему в широких пределах – от 1 до 50 кг/га. Для Кубенского озера эта величина колеблется по годам и близка к 8-10 кг/га за период до 1991 г., но в настоящее время она уменьшилась из-за снижения интенсивности лова по причинам экономического и социального характера.

Что касается влияния последствий загрязнения вод озера, то по материалам траловых съемок, произведенных специалистами Вологодской лаборатории ГосНИОРХ, за период 1990 – 1991 гг. на участках акватории, примыкающих к Устья рр. Порозовица и Кубена, численность большинства видов рыб – наименьшая. На этих же участках наблюдалось снижение численности и биомассы кормовых организмов, в первую очередь бентоса. По сообщениям рыбаков, уловы рыбы в закидных неводах в указанный период уменьшились в 2 – 2,5 раза в

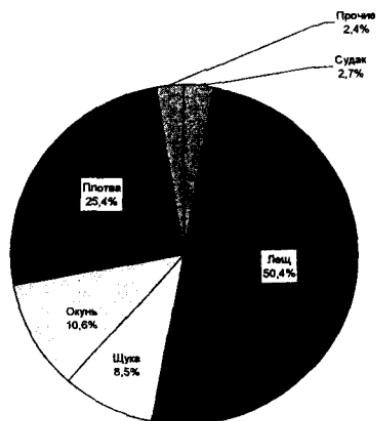
северо-западной и юго-восточной частях озера. В качестве причины указывается влияние загрязненных вод, поступающих из рек Кубена и Порозовица [3].

Промышленный вылов в Кубенском озере в 2007 году составил 89%, любительский – 10,7% от общего вылова (табл. 5). Максимально были освоены квоты по лещу – на 87,9%, плотве – 80% и судаку – на 69%. Общая квота по водоему освоена на 62% (в 2006 году – 42,2%).

Таблица 5

**Вылов рыбы в Кубенском озере в 2007 году по категориям лова (т)**

Виды рыб	Промышленное рыболовство	Любительское рыболовство (неорганизованное)	Научно-исследовательский и контрольный лов	Всего		% освоения
				вылов	квота	
Нельмушка	0,009	0,050	0,000	0,059	1,00	5,9
Судак	6,437	0,450	0,016	6,903	10,00	69,0
Лещ	125,577	1,500	0,340	127,417	145,00	87,9
Шука	16,441	5,000	0,018	21,459	40,00	53,6
Налим	0,287	0,000	0,000	0,287	5,00	5,7
Язь	1,691	1,600	0,010	3,301	30,00	11,0
Окунь	16,712	10,000	0,011	26,723	70,00	38,2
Плотва	56,724	7,300	0,007	64,031	80,00	80,0
Жерех	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	0,0
Ерш	0,000	0,800	0,000	0,800	20,00	4,0
Карась	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	0,0
Густера	0,867	0,500	0,009	1,376	5,00	27,5
Уклей	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	0,0
Голавль	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	0,0
Елец	0,000	0,000	0,000	0,000	1,00	0,0
Итого	224,745	27,200	0,412	252,357	411,00	62



Наибольшая доля в уловах 2007 года принадлежит лещу – 50,4%, далее следует плотва – 25,4%. Вылов окуня составил 10,6%, шуки – 8,5%, судака – 2,7% от общего вылова (рис. 3).

Рис. 3. Структура вылова в озере Кубенское в 2007 году

### 2.3.1. Динамика уловов рыбы

Величина ежегодных уловов рыбы в Кубенском озере в течение последних двух десятилетий заметно меньше, чем в предыдущие годы.

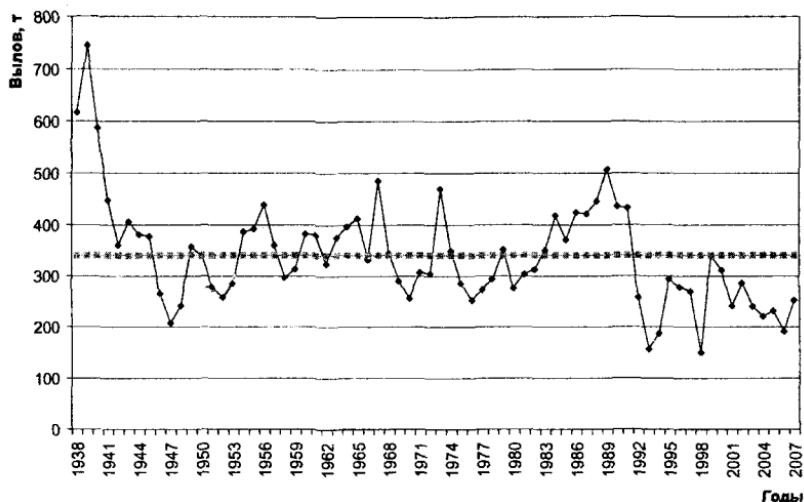


Рис. 4. Многолетняя динамика общего вылова рыбы в озере Кубенское

На рис. 4 приведена многолетняя динамика общего вылова рыбы в озере Кубенское. За период с 1938 по 2007 годы среднемноголетняя величина вылова составила 340,0 т. Начиная с 1991 года, общий годовой вылов на озере не превышает среднемноголетней величины. По сравнению с 2006 годом общий вылов увеличился на 31,6% или на 60,64 т (табл. 6).

Увеличение общего вылова произошло за счет леща – больше на 36,545 т, плотвы – на 17,427 т и окуня – на 10,503 т.

Таблица 6  
Динамика вылова рыбы в Кубенском озере за 2003-2007 годы (т)

Виды рыб	2003	2004	2005	2006	2007	2007-2006
Нельмушка	0,218	0,174	0,519	0,944	0,059	-0,885
Судак	5,897	3,041	4,341	5,335	6,903	1,568
Лещ	65,307	51,126	88,227	90,872	127,417	36,545
Щука	20,188	27,734	24,201	24,531	21,459	-3,072
Налим	0,289	0,212	0,152	0,170	0,287	0,117
Нельма	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Язь	8,688	5,966	4,660	4,895	3,301	-1,596

Продолжение табл. 6

Густера	0,636	0,000	0,633	0,873	1,376	0,503
Окунь	25,657	18,836	24,232	16,218	26,723	10,505
Плотва	112,226	113,116	83,743	46,604	64,031	17,427
Ерш	0,969	0,582	0,670	1,220	0,800	-0,42
Жерех	0,002	0,003	0,000	0,028	0,000	-0,028
Карась	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
Уклей	0,000	0,000	0,090	0,014	0,000	-0,014
Голавль	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	-0,006
Итого	240,114	220,808	231,468	191,710	252,357	60,647

Доминирующим объектом промысла на озере Кубенском является лещ (рис. 3). Наряду с некоторым увеличением уловов леща увеличился вылов плотвы. Одной из вероятных причин увеличения численности и уловов плотвы является интенсивное размножение моллюска дрейссены (*Dreissena polymorpha*), которым она питается. Кроме того, наблюдается небольшое увеличение уловов окуня, а также сокращение вылова судака, щуки (рис. 3).

Таблица 7

**Динамика структуры уловов рыбы в Кубенском озере  
с 2003 по 2007 годы (%)**

Виды рыб	2003	2004	2005	2006	2007
Нельмушка	0,1	0,1	0,2	0,5	0,2
Судак	2,5	1,4	1,9	2,8	2,7
Лещ	27,2	23,2	38,1	47,4	50,4
Щука	8,4	12,6	10,4	12,8	8,5
Налим	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Язь	3,6	2,7	2	2,6	1,3
Густера	0,3	-	0,3	0,5	0,5
Окунь	10,7	8,5	10,4	8,5	10,6
Плотва	46,7	51,1	36,2	24,3	25,4
Ерш	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3
Жерех	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Карась	0,0	0,0	0,0	-	-
Уклей	0,0	-	0,1	0,0	-
Елец	0,0	-	-	-	-

Доля леща в уловах стабильно снижалась с 42,2% в 2001 году до 23,2% в 2004 году. В последние три года отмечается рост вылова леща и увеличение его доли в составе уловов (табл. 7). В 2007 г. лещ составил более половины общего вылова. Четверть уловов составляет плотва. Заметно снизился вылов щуки, в два раза меньше выловлено язя, но вылов этого вида очень невелик.

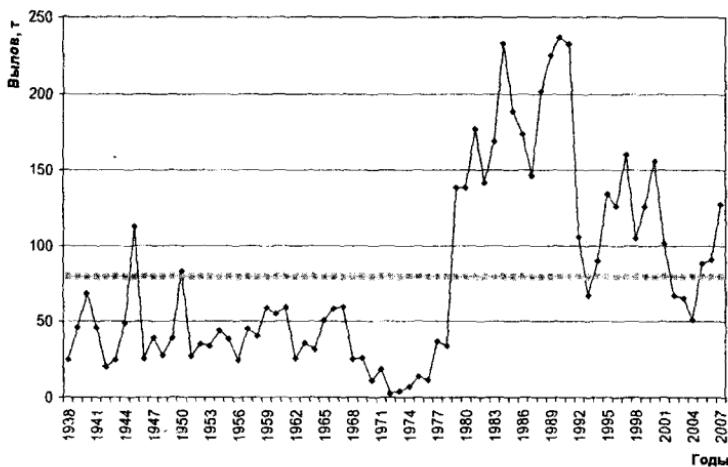


Рис. 5. Многолетняя динамика вылова леща в озере Кубенское

С 1979 года вылов леща в Кубенском озере в основном превышал среднемноголетнюю величину на 79,6 т (рис. 5). Доля леща в общем вылове за период наблюдений менялась в пределах от 1 до 70%. Максимальный вылов в 236 т зафиксирован в 1990 г., минимальный – 2,4 т – в 1972 г. В 2007 году вылов леща увеличился по сравнению с 2006 годом на 40%.

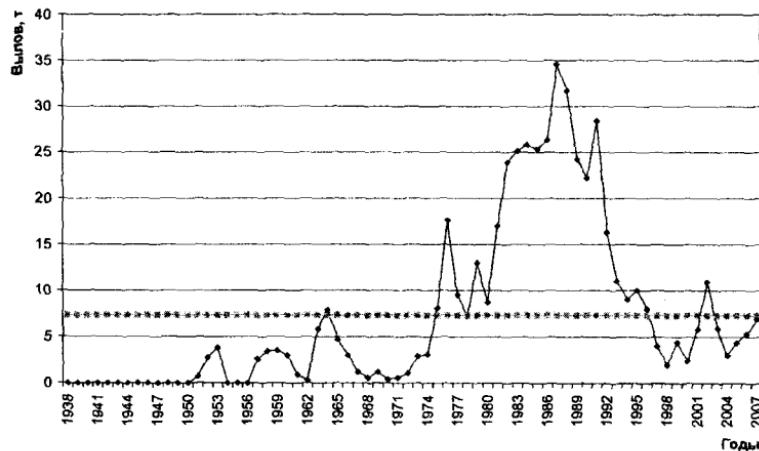


Рис. 6. Многолетняя динамика вылова судака в озере Кубенское

Судак был вселен в озеро Кубенское в 1936 – 1938 гг. В промысловых уловах судак появился лишь в 50-е годы, более или менее стабильный вылов

начался с 60-х годов (рис. 6). Максимальный вылов наблюдался в 1987 году – 25,8 т. Доля судака в уловах не превышала 8%, с 1997 года вылов судака был ниже среднемноголетней величины (7,3 т). В 2007 году вылов судака несколько увеличился, но продолжает оставаться ниже среднемноголетнего.

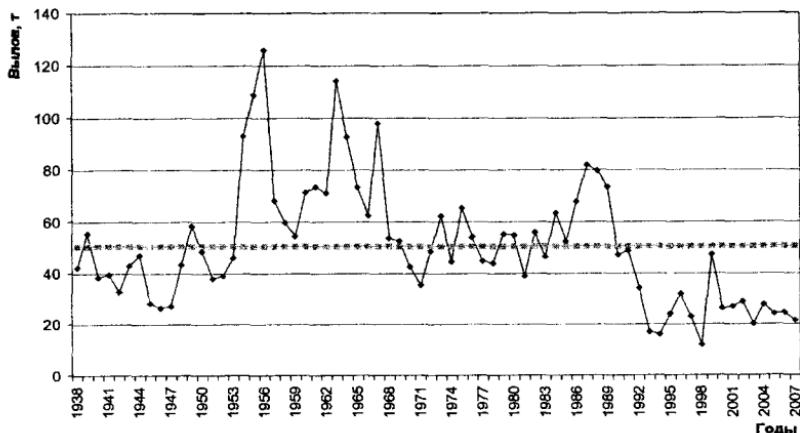


Рис. 7. Многолетняя динамика вылова щуки в озере Кубенское

Среднемноголетний вылов щуки в Кубенском озере оставляет 50,6 т в год за период с 1938 по 2007 гг. Максимальный вылов щуки отмечен в 1956 году, когда он достигал 126 т, а доля в уловах – 29%. Начиная с 1990 года, уловы щуки ниже среднемноголетних. Минимальные уловы отмечены в 1998 году – 12 т (рис. 7). В 2007 году вылов щуки снизился по сравнению с 2006 годом на 14%.

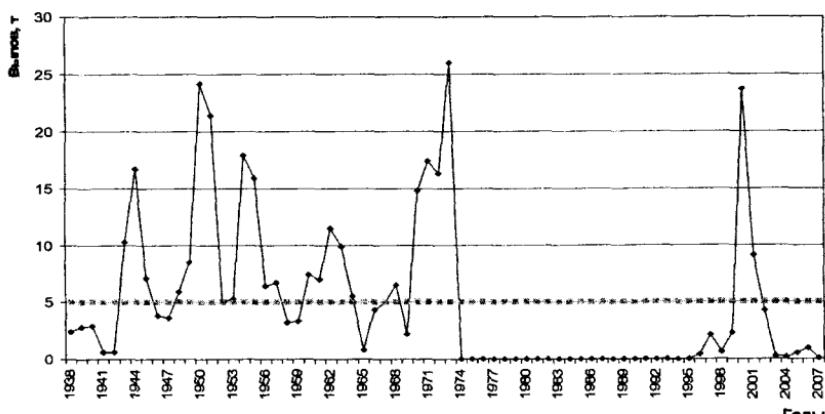


Рис. 8. Многолетняя динамика вылова сиги-нельмушки в озере Кубенское.

Среднемноголетний вылов сига-нельмушки составляет 5,0 т. Максимальные уловы, превышающие среднемноголетнюю величину примерно в 5 раз, зарегистрированы за время наблюдений в 1950, 1973 и 2000 гг. Уловов составил соответственно 24,2 т, 26 т и 23,7 т. В период с 1974 по 1995 гг. нельмушка исчезает из промысловых уловов. Даже в периоды максимальных уловов доля нельмушки в общем вылове не превышала 8% (рис. 8). В 2007 году вылов нельмушки, по данным официальной статистики, составил всего 59 кг.

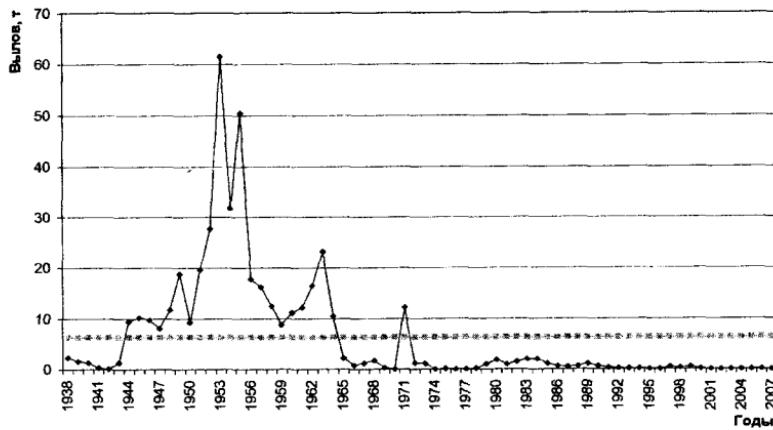


Рис. 9. Многолетняя динамика вылова кубенской нельмы

Среднемноголетний вылов нельмы составил 6,3 т (рис. 9). До 1943 года уловы нельмы были низкими и не превышали 2 т, ее доля в уловах также была низкой, не более 0,4%. Затем уловы нельмы начали расти. Пик максимума уловов отмечен в 1953 году – 61,5 т (22% от общего вылова). Затем уловы снова снизились и с 1965 года не превышали 2 т, за исключением 1971 года, когда вылов достиг 12,2 т. За последнее десятилетие вылов стабильно меньше 500 кг в год, в последние годы составляет 20-30 кг. В 2003 году годовой вылов нельмы составил 9 кг.

В неводных уловах леща 2007 года не отмечено значительного преобладания особей каких-то размерных групп. Несколько выделяются размерные группы от 29 до 34 см (8-12%). Средняя длина особей 27,2 см, средний вес – 460 г (в 2006 г – 24,9 см и 271 г). Таким образом, основу неводных уловов составил более крупный лещ, что и привело к увеличению его вылова.

Размерно-возрастная характеристика леща представлена в таблице 8. Как видно из таблицы, у леща возрастных групп 5+ - 8+ наблюдается значительное повышение темпа роста.

Таблица 8

**Размерно-возрастная характеристика леща  
озера Кубенское в 2007 году**

Возраст	Лещ						
	невод. Осень 2006 г.		ставные сети. Осень 2007 г.				
	Ср. длина, см	Вес, г	Ср. длина, см	Колеб.	Ср. вес, г	Колеб.	Кол-во, экз.
4+			23,5	23-24	275	250-300	2
5+	19,9	137	24,2	23-25	284	200-340	17
6+	21,8	185	24,5	22-27	321	140-500	17
7+	23,5	249	26,0	23-28	350	200-470	16
8+	26,6	381	28,7	26-30	516	340-800	17
9+	28,5	472	29,8	28-31	586	460-900	9
10+	30,6	567	30,5	28-33	715	500-950	12
11+	31,1	605	31,6	29-34	728	500-800	20
12+	31,3	620	32,9	32-35	811	520-800	17
13+	34	810	33,3	31-35	825	700-850	7
14+	38	1090	34,5	32-35	886	800-1000	9
15+			37	34-36	889	850-1000	2

В мае 2007 года проводился контрольный лов с целью определения размерно-возрастных характеристик нерестового стада леща. Массовый промер 562 экземпляров показал, что на нерест идет лещ промысловой длиной с 27 до 40 см (в основном – 28-32 см) в возрасте 8+ – 10+.

В уловах крупноячейными ставными (яч. 50-70 см) сетями средняя длина леща составила 28,7 см, средний вес – 521 г. Средняя длина судака – 42,6 см, средний вес – 1182 г.

Средняя длина щуки в уловах ставными сетями составила 50,5 см, средний вес – 1223 г. Судя по массовым промерам, размерный ряд щуки представлен достаточно полно, что говорит о хорошем состоянии стада.

Структура промыслового вылова по месяцам и сезонам года в Кубенском озере представлена в таблице 9. Наибольшая величина вылова за год приходится на период открытой воды (78,5%), поскольку основная часть рыбы добывается неводами. Крупный частик – судак, лещ и щука, составили 66% от годового вылова. В 2007 г. произошло значительное увеличение вылова неводами – на 23,0 т. Максимальный вылов отмечен в июне и июле – 47% в сумме от годового вылова.

Таблица 9

**Внутригодовая структура промыслового вылова рыбы в озере Кубенское в 2007 году**  
**(п/п – подледный период, о/в – открытая вода, т).**

Месяцы	1	2	3	4	11	12	п/п	6	7	8	9	10	о/в	ИТОГО
Виды рыб														
Нельмушка	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	<b>0,004</b>	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,005	<b>0,009</b>
Судак	1,021	0,549	0,604	0,107	0,531	1,086	<b>3,898</b>	0,127	0,612	0,256	0,679	0,865	2,539	<b>6,437</b>
Лещ	2,177	6,178	10,433	0,796	2,263	6,342	<b>28,189</b>	42,287	34,991	13,184	2,334	4,592	97,388	<b>125,577</b>
Щука	1,915	0,997	0,883	0,327	1,022	2,863	<b>8,007</b>	0,632	2,553	0,991	1,717	2,541	8,433	<b>16,441</b>
Налим	0,032	0,015	0,031	0,004	0,046	0,098	<b>0,226</b>	0,005	0,021	0,000	0,006	0,029	0,061	<b>0,287</b>
Язь	0,067	0,065	0,048	0,061	0,136	0,221	<b>0,598</b>	0,204	0,250	0,127	0,343	0,169	1,093	<b>1,691</b>
Густера	0,060	0,081	0,087	0,017	0,067	0,063	<b>0,375</b>	0,017	0,1035	0,136	0,100	0,135	0,492	<b>0,867</b>
Окунь	0,218	0,210	0,196	0,071	2,631	0,974	<b>4,300</b>	0,5175	2,509	0,664	2,078	6,643	12,412	<b>16,712</b>
Плотва	0,189	0,279	0,282	0,059	0,128	1,779	<b>2,716</b>	9,9485	10,665	3,669	13,844	15,881	54,008	<b>56,724</b>
<b>Всего:</b>	<b>5,679</b>	<b>8,375</b>	<b>12,564</b>	<b>1,442</b>	<b>6,824</b>	<b>13,429</b>	<b>48,313</b>	<b>53,739</b>	<b>51,709</b>	<b>19,028</b>	<b>21,101</b>	<b>30,855</b>	<b>176,432</b>	<b>224,745</b>

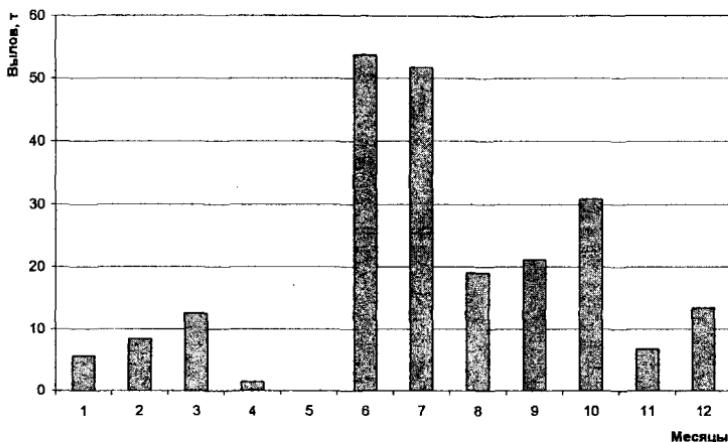


Рис. 10. Внутригодовое распределение промыслового вылова рыбы в Кубенском озере в 2007 году

В подледный период на Кубенском озере промыслом используются только ставные сети, в основном крупноячейные (86% от общего количества сетей), их максимальное количество составляло величину 589.

Неводной промысел является для Кубенского озера традиционным. На долю береговых закидных неводов приходится основной вылов на водоеме (в 2007 г. 69% от общего вылова за год). Неводной лов в 2007 году начался 15 июня и продолжался до конца октября. Основной вылов неводами пришелся на июнь, когда вылов на одно притонение составил 1798 кг, и июль – 1059 кг.

Всего было выполнено 135 притонений, общий вылов составил 156,184 т рыбы (в 2006 г. – 180 и 133,182 т соответственно). Основу неводных уловов, как и в прошлом году, составили лещ (54%) и плотва (34%).

Показатели эффективности как крупно-, так и мелкоячейных сетей в период открытой воды значительно превышают таковые в подледный период. Вылов крупноячейными сетями в период подледного лова составляет 84% от вылова за сезон. Основа уловов – лещ – 69% и щука – 20%. Доля судака – 9%.

### 2.3.2. Воспроизводство сухонской стерляди

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) является довольно древним по происхождению видом и обладает высокой биологической устойчивостью в меняющихся условиях обитания. По архивным данным сухонская стерлядь зашла из волжского бассейна через Екатерининский канал в Северо-двинскую систему в на-

чале XVII века; здесь она нашла благоприятные для себя условия, прижилась и встречалась в промысловых количествах.

Стерлядь – пресноводная рыба, постоянно живущая в руслах рек. Самцы и самки обладают почти одинаковым ростом. Половозрелыми самцы стерляди становятся в возрасте 4 – 5 лет, самки – в 5 – 7 лет.

Сухонская стерлядь является единственным представителем осетровых в Северо-Западном регионе России. В Вологодской области стерлядь обитает в реках: Сухона, Малая Северная Двина, Юг, Луза, Уфтюга и др.

Нерестится стерлядь на галечно-песчаном грунте на значительной глубине. Нерест начинается во второй половине мая и заканчивается в первых числах июня при температуре вод 12-14°C, что обычно совпадает с пиком паводка. Перед нерестом стерляди обычно мигрируют вверх по течению. Плодовитость стерляди колеблется от 11 до 67 тысяч икринок. Каждая особь нерестует через год или два. Самки держатся на нерестилищах более короткий срок, чем самцы, которые, видимо, участвуют в осеменении нескольких самок. Инкубационный период икринок около 4 – 5 дней. Личинки держатся в районе нерестилищ, малью также все время держится в русле реки, обычно на более мелких местах, чем взрослые рыбы. После нереста стерлядь начинает усиленно питаться. Осенью, в конце октября и позже стерлядь собирается в зимовальных ямах в глубоких пlesах и находится до весны в малоподвижном состоянии.

Стерлядь достигает длины 100 – 120 см и веса 10 кг. Живет до 22 лет.

Современное состояние различных популяций стерляди и изменение ее численности обусловлено в основном экологическими факторами, связанными с антропогенными воздействиями. В начале XX века в р. Сухоне вылавливали до 30 т стерляди (1910 г.). До 1958 г. в Великоустюгском районе за 3 месяца (июль, август, сентябрь) вылавливалось 1,5 – 2 тонны стерляди. В 1960 г. с 21 по 30 августа ниже с. Нюксеница на трех пlesах протяженностью 1 – 1,5 км было отловлено 150 экземпляров стерляди общим весом 250 кг. В 1967 г. было выловлено вблизи с. Нюксеница и ниже по течению 3 т стерляди, а в последующие годы уловы редко превышали 1 тонну.

За последние 40 лет развитие промыщенного и сельскохозяйственного производства в бассейнах основных рыболовственных водоемов, а также проведение взрывных работ оказали отрицательное воздействие на состояние рыбных запасов, в том числе и сухонской стерляди.

Приказом Госкомэкологии России от 19.12.97 г. № 569 сухонская стерлядь внесена во второй список Красной книги (виды, требующие особого внимания). Ее лов был запрещен Правилами рыболовства. В настоящее время стерлядь внесена в Красную книгу Вологодской области.

Мероприятия по воспроизводству сухонской стерляди предложены для включения в «Национальный план действий по сохранению биоразнообразия России» по Вологодской области.

Реальность работ по воспроизводству основывается на возможностях Кадуйского рыбоводного хозяйства, производящего осетровых и лососевых рыб. Полнотью отработана биотехника получения и инкубации икры, выращивания молоди до жизненных стадий, ее транспортировка и выпуск в маточные водоемы. В 2000 г. было выпущено 28 тыс. штук сеголетков стерляди по 5 г, в 2001 г. – 150 тыс. штук мальков весом 2 г.

Состояние популяций стерляди требует проводить работы по улучшению экологических условий в местах обитания, ее искусенному воспроизводству, развивать промысел и организованное любительское рыболовство на р. Сухоне.

#### **2.4. Промышленные и хозяйственно-бытовые загрязнения**

Промышленность, как составляющий компонент ВХК на водосборе озера Кубенское, представлена предприятиями различного профиля, сосредоточенными преимущественно в районных центрах Харовске, Сямже, Устье, а также в центральных усадьбах хозяйств. Этими предприятиями осуществляется 67,7% от общего объема сбросов сточных вод [17]. Такой объем сбросов делает влияние промышленного производства доминирующим и по большинству ингредиентов – основных показателей качества водных ресурсов бассейна озера Кубенское.

Промышленные предприятия сбрасывают в водотоки и водоемы на территории водосбора 84,5% легкоокисляемой органики (БПКполн.), 61% взвешенных веществ, 79,4% нитрат-ионов, 100% железа, 100% танинов.

Установлено, что на р. Кубена, основном притоке озера, в начале 90-х гг. ситуация была достаточно напряжена. Вплоть до устья в ней не уменьшаются перешагнувшие предел ПДК концентрации растворенных биогенных ингредиентов и нефтепродуктов. Исследования лаборатории ГосНИОРХ свидетельствуют о деградации биоценоза в приустьевой части р. Кубена.

Сток с застроенных площадей складывается в основном из ливневого, в подавляющем большинстве неорганизованного стока, стока из коммунально-бытовой канализации и промышленных стоков.

Загрязненность поверхностного стока с селитебных территорий, особенно городских, зависит от многих факторов. С единицы площади городской территории смывается в 2-4 раза больше загрязняющих веществ, чем с единицы площади сельхозугодий (табл. 10).

Таблица 10

## Оценка смыва загрязняющих веществ с городской территорией [17]

Загрязнители	Поступление за год, кг/га
Взвешенные вещества	2000-2500
БПК5	140-200
Нефтепродукты	60-100
Азот общий	4-6
Фосфор общий	1,0-1,5
Растворенные минеральные вещества	400-600

Количество загрязняющих веществ, поступающих в реки и водоемы с ливневыми водами, стекающими с селитебных территорий, меняется в широких пределах. На скорость их переноса влияет интенсивность осадков.

Ливень со слоем осадков 12,5 мм смыает с поверхности дорог до 90%, всех частиц. Диапазон БПК ливневого стока с урбанизированных территорий изменяется от 10 до 500 мг/л, мутность – от 20 до 10000 мг/л, концентрация нефтепродуктов – от 0 до 110 мг/л, концентрация свинца – от 0 до 2 мг/л [28].

В снежном покрове, формирующемся на водосборе озера в течение длительного времени (4-5 месяцев), аккумулируется весьма большое количество загрязнителей. Большой валовой объем загрязняющих веществ в талом стоке оказывает существенное влияние на качество водных ресурсов.

На водосборе озера Кубенского в 1992 г. частично или полностью размещались земли 49 хозяйств восьми административных районов Вологодской области. Действовало более 180 ферм крупного рогатого скота и 2 свинокомплекса.

Сельскохозяйственное производство влияет как на количественную, так и на качественную сторону водных ресурсов. Суммарное водопотребление животноводства на водосборе озера оказалось равным примерно 80 000 м<sup>3</sup>/сут, что соответствует среднегодовому расходу около 93 л/с. Поступление загрязняющих веществ от животноводческого производства в водные объекты происходит как в результате прямого сброса сточных вод после их очистки, так и в результате их смыва с сельскохозяйственных угодий.

Существенная часть загрязнений поступает в водные объекты с распаханных и освоенных территорий водосбора. Применение минеральных удобрений и ядохимикатов на значительных площадях, на почвах, утративших способность к их усвоению, ведет к загрязнению озера.

#### 2.4.1. Воздействие рекреационной нагрузки

Немаловажным фактором при оценке антропогенного воздействия на экосистему Кубенского озера является его рекреационное значение. Так, в процессе отдыха населения в природные воды поступает (на примере Иваньковского водохранилища) до 1% БПК; 0,4 ХПК; 2,5 СПАВ; 0,1% общего азота и 0,5% фосфора при пиковой нагрузке 30 000 чел. в день. Пиковая рекреационная нагрузка на Кубенское озеро – 3000 чел. в день, но его экосистема более уязвима в силу равнинности территории, заболоченности, мелководности акватории и северного месторасположения (табл. 11).

Таблица 11

#### Рекреационная посещаемость озера Кубенское [17]

Вид отдыха	Кубенское озеро
Круглогодичные учреждения отдыха	10000
Сезонные учреждения	4000
Неорганизованный отдых	20000
Рыболовы-любители	36000
Всего	70000
Пиковая нагрузка	~ 3000 чел. в день

Рекреационное использование природных ресурсов ныне определяется как «рекреационный взрыв». Рациональное природопользование подразумевает оптимальное использование береговых зон рек, озер и водохранилищ. Именно эти площади испытывают усиливающиеся антропогенные нагрузки. Для отдыха на реке, водохранилище или озере используются авто- мототранспорт, маломерный флот и купание, загрязняющие акваторию водоема. Наиболее экологически чистыми формами отдыха являются зимние лыжные прогулки, парусный, байдарочный спорт, сбор грибов и ягод, рыболовство с берега. При развитии рекреации на водоемах наиболее уязвимы элементы акваториальной экосистемы – качество водной среды, почвы, наземная и водная растительность [57].

Оценивая компоненты природной среды, определяющие рекреационный потенциал озера Кубенское, можно сказать, что оно пригодно для всех видов отдыха. Рекреационная посещаемость озера Кубенское, в том числе и рыболовами-любителями показывает, что в основном это неорганизованные отдыхающие, часто загрязняющие прибрежную полосу и водоем. Сложность сохранения экосистемы «берег – водоем» состоит в том, что в основном для рекреации используются места, которые находятся вне зоны коммунального обслуживания.

Наибольшая доля рекреационных посещений приходится на рыбаков-любителей (36 тыс. чел.-дней в год), отдыхающих – меньше (14 – 20 тыс.

чел.-дней). В выходные дни средняя нагрузка на озеро составляет до 700 человек в день.

#### **2.4.2. Влияние сточных вод Сокольского ЦБК**

Важное значение имеет химическое загрязнение и состояние рек, впадающих в Кубенское озеро. К числу таких относится река Пельшма, впадающая в реку Сухону в 25 км от источника.

Сброс сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности имеет значение не только для речных биоценозов, но и для Кубенского озера, так как в период весеннего паводка Присухонская низина заполняется водой, которая поступает в Кубенское озеро, при этом в водоем попадает около 80 млн. м<sup>3</sup> воды.

На р. Сухоне недалеко от истока расположен источник поступления токсикантов – г. Сокол с крупным ЦБК. Воздействие загрязненных вод Сухоны оказывается на ухудшении качества воды, а также накоплении в грунтах токсических элементов в юго-восточной части озера. Загрязненные стоками гг. Вологды и Сокола сухонские воды проникают в озеро на расстояние до 2 – 3 км и попадают в зону водозабора. Следует подчеркнуть, что именно в этом районе расположен водозабор водовода на г. Вологду [29].

Перемещение наносов по руслу р. Сухоны происходит во взвешенном состоянии, сальтацией и влечением по льду. При этом, как правило, на дне образуются различные русловые формы – рифели, гряды, дюны. При достаточно быстрой смене направления течения реки на противоположное начинается интенсивная перестройка русловых мезо- и микроформ. Этот процесс дополнитель но вовлекает значительное количество взвешенных наносов, которые, благодаря относительно небольшому расстоянию до озера, достигают его за время продолжения обратного течения. Учитывая высокую адсорбционную способность взвешенных частиц, можно говорить и об увеличении транспорта соединений тяжелых металлов в озеро.

Обращает на себя внимание факт обнаружения в воде довольно редкого металла – молибдена. Факты обнаружения молибдена в воде, поступающей на очистные сооружения системы водоснабжения г. Вологды, отмечаются в плавовых пробах лаборатории МП «Горводоканал» в концентрациях 0,005-0,008 мг/л. Поскольку по значению Кларка в земной коре молибден находится на седьмом месте после золота, трудно предположить природное происхождение элемента.

До начала обратного течения (анализ 6 апреля) показатели качества стока из озера практически по всем ингредиентам не выходят за пределы ПДК. После

начала обратного течения данные лабораторных анализов проб воды, взятых 18.04.1994 г. Сокольским ЦСЭН, свидетельствуют о резком ухудшении качества воды р. Сухоны. У д. Кузнецово (выше города при обратном течении) взвешенные вещества превысили ПДК в 10 раз, нитриты – в 1,2 раза, концентрация свинца уменьшилась и составила 0,11 мг/л, а в створе Сокольского водозабора (ниже города при обратном течении) концентрация свинца возросла до 0,9 (1,2 ПДК). Появляются фенолы в концентрации 2,1 ПДК. Концентрация взвешенных веществ достигает 3,0 ПДК [17].

Стоки предприятий ЦБК чрезвычайно токсичны для рыб. Наиболее чувствительными к загрязненной стоками ЦБК воде является плотва и уклейка. Лещ очень плохо чувствует себя в воде, содержащей большое количество взвешенных веществ, особенно целлюлозных волокон. Наиболее выносливыми являются окунь и щука. Значительное отрицательное воздействие химических веществ на фауну водоема вызывает также гибель икры, личинок, мальков и взрослых рыб. Наблюдается нарушение физиологических показателей рыб. В 1991 г. мы исследовали 135 экз. рыб, отобранных на фильтрах №3 и №10 коллектора ЦБК «Соколбумпром». В паразитофауне исследованных рыб отсутствуют паразиты с прямым циклом развития: простейшие, моногенеи, ракчи. Паразиты, развивающиеся с участием планктонных и бентосных организмов, встречаются в большинстве случаев единично, что согласуется с данными по изменению зоопланктона и зообентоса под воздействием сточных вод ЦБК [1, 37].

#### **2.4.3. Возникновение и функционирование очагов дифиллоботриоза**

Большое социально-экономическое значение водоемов для населения, активизация контактов населения с природой, рост миграционных процессов, употребление в пищу рыбопродуктов собственного производства, низкий уровень санитарной грамотности населения, возрастающее отрицательное антропогенное воздействие на водные экосистемы ведут к росту заболеваемости людей гельминтозами, передающимися через рыбу.

По данным официальной статистики Минздрава России дифиллоботриоз распространен по всей территории страны. В Вологодской области в последние 15 лет заболеваемость населения дифиллоботриозом возросла в 1,6 раз и превышает среднероссийский уровень в 2 раза [56]. Развитие широкого лентеца происходит с участием 4 видов рыб (щука, налим, окунь, ерш), при поедании которых человек заражается дифиллоботриозом. Личинки червя (плероцеркоиды) располагаются в мускулатуре, икре, иногда в печени рыб и сохраняют жизнеспособность в случае недостаточной термической обработки и просаливания рыбы.

Значительная часть Вологодской области расположена в зоне влияния крупнейшего в мире природного очага дифиллоботриоза. В Вологодской области зарегистрированы 9 рыбохозяйственных водоемов для промысловой добычи рыбы, однако исследование паразитофауны рыб, в том числе с целью выявления плероцеркоидов широкого лентеца проводилось лишь на 6 крупных водоемах: Рыбинском и Шекснинском водохранилищах, озерах Онежское, Белое, Воже и Кубенское.

Проникновение *Dyphylllobotrium latum* в бассейн Северной Двины относится к периоду развития судоходства и связанной с ней русской промысловой деятельностью на Севере России. Жители Новгородского края проторили здесь водный путь к Белому морю через Кубенское озеро и р. Сухону с Северной Двиной. Водный путь связывал Новгородский край с Заволочьем, а волок этот лежал на водоразделе между р. Шексной и Кубенским озером. Из юго-восточной части Кубенского озера берет начало р. Сухона, открывающая непрерывный путь к Северной Двине и Белому морю. Существенное значение этого водного пути подтверждается тем, что в XIX веке на месте бывшего Славянского волока была сооружена искусственная водная система со шлюзами и водораздельным каналом, соединявшая бассейны рек Волги и Северной Двины в единую водную дорогу (Северо-Двинская система). В XI-XII веках новгородцы использовали Шексну и Сухону для поездок на Двину. Этот водный путь был известен в глубокой древности. В районах сел Новленское и Пучкас известны неолитические поселения людей. Древние неолитические стоянки найдены также на реках, впадающих в Кубенское озеро: Порозовица, Уфтуга, Б. Ельма, Пучкас.

В связи с развитием судоходства происходило расселение *Dyphylllobotrium latum* в системе Кубенского озера и Северо-Двинского водного пути. В Северодвинский бассейн входят 5 административных территорий, включая г. Вологду, где отмечается различный уровень заболеваемости населения дифиллоботриозом. Средний уровень заболеваемости (на 100 тыс. населения) составляет: по Сокольскому району – 4,4, Харовскому – 2,4, Тотемскому – 6,4, Усть-Кубинскому – 11,5, Вологодскому – 6,7, г. Вологде – 5,2.

Интенсивность кубенского очага значительно ниже, чем белозерского и Вожского, что вероятно связано с уменьшением эксплуатации северодвинского транспортного пути. Дифиллоботриоз зарегистрирован, главным образом, на северо-западном (Пески), юго-западном (Новленское) и юго-восточном (Кубенское) побережьях.

Озера и реки Северо-Двинского водного пути представляют собой единую систему, по которой происходит распространение *D. latum* с помощью

мигрирующих рыб, а также людей, загрязняющих водоемы яйцами паразита. Рассматривая динамику дифиллоботриоза в бассейне Северной Двины, следует отметить, что она имеет незначительные колебания. В 1935 г. в верховьях р. Сухоны были найдены плероцеркоиды широкого лентеца у 28% щуки и 4% окуней [10]. В 1951-1954 гг. зараженность щуки в Кубенском озере составляла 40%, окуня – 33%, ерша – 1%. По данным Е.С. Кудрявцевой [11], зараженность рыб *D. latum* уменьшилась, зараженными оказались 26% щуки и 5% окуня. На прибрежной территории дифиллоботриоз был обнаружен у собак и кошек.

В 1976-1983 гг. в районах бассейна Кубенского озера (Вологодский, Усть-Кубенский) пораженность населения дифиллоботриозом составляла от 0,04 до 0,2%, а в районах, расположенных по р. Сухоне, отсутствовала или составляла 0,02%. В 1981 г. на р. Сухоне в с. Шуйское и окрестных поселках работала экспедиция Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского; было обследовано на гельминтозы копроовоскопически по методу Като 703 человека; дифиллоботриоз выявлен у 4 человек (0,59%). При исследовании 30 экземпляров щук из оз. Кубенского и р. Сухоны в 1980-1981 гг. были заражены 4 (13,4%), интенсивность инвазии – 1-2 личинки, заражены были в основном крупные особи. Зараженность окуня составила 6,2% (вскрыто 30 экз.). На р. Сухоне исследовались рыбы в устье притока р. Двиницы, в 100 км от оз. Кубенского. У 26 исследованных щук плероцеркоиды широкого лентеца обнаружены в 15,3% случаев, интенсивность инвазии – 1 экз., зараженными были рыбы длиной более 60 см. Таким образом, зараженность рыб в Кубенском озере и реке Сухоне в настоящее время не высока. Население, проживающее в окрестностях Кубенского озера, поражено дифиллоботриозом больше, поскольку рыбный промысел среди населения приозерья более развит. В то же время, сравнивая показатели инвазированности щуки в озере и в реке в разные годы, можно констатировать, что пораженность в р. Сухоне за последние 30 лет осталась примерно на одном уровне, тогда как в озере Кубенское она значительно уменьшилась. Одной из причин снижения уровня пораженности рыб озера Кубенское могло быть сокращение судоходства по Северо-Двинской водной системе, особенно после реконструкции системы Волго-Балта, что обусловило уменьшение загрязнения озера нечистотами.

Многие селения, особенно расположенные на северо-восточном заболоченном берегу, отстоят далеко от озера и стоки от них в водоем не попадают.

Вниз по течению р. Сухоны интенсивность очагов дифиллоботриоза угасает. При обследовании 947 жителей Нюксеницкого района в 1982 г. (Нижняя Сухона) и около 900 человек в Котласском районе в верховье р. Северной Дви-

ны в районе впадения в нее р. Сухоны в 1983 г. случаев дифиллоботриоза не отмечено.

Историко-экологической основой формирования природных очагов дифиллоботриоза является интенсивность освоения водных путей на Вологодчине с древнейших времен до наших дней. Особого внимания заслуживает изучение взаимоотношения социальных и биологических факторов в распространении дифиллоботриоза. Формирование активных антропоургических очагов дифиллоботриоза на территории Вологодской области, где располагается узловая часть древней системы водных путей, имеет специфическую историко-экологическую основу и связано с развитием судоходства и рыболовства, которые в прошлом опережали развитие сельского хозяйства. Антропизация водоемов благоприятно отражалась на экологии возбудителя – усиливается частота завершения жизненного цикла широкого лентеца; происходит загрязнение водоемов яйцами гельминта при развитии судоходства и несоблюдении правил эксплуатации судов.

Одной из главнейших мер предупреждения развития антропоургических очагов дифиллоботриоза является строгое соблюдение санитарного законодательства. Благоустройство населенных пунктов, экологически связанных с озерами и реками, санитарно-просветительская работа, направленная на распространение экологических, биологических и медицинских знаний, воспитание гигиенических навыков среди различных слоев населения будут способствовать снижению зараженности дифиллоботриозом.

#### **2.4.3.1. Организация работы по проверке качества рыбной продукции**

Учитывая особую ситуацию в Вологодской области по распространению дифиллоботриоза, был разработан комплексный план мероприятий по профилактике паразитозов, утвержденный Правительством Вологодской области (2002). План включал мероприятия по проведению санитарно-паразитологического мониторинга с целью оценки состояния среды обитания людей и животных как потенциальных факторов передачи инвазий. В связи с этим поставлена задача совершенствования системы санитарно-эпидемиологического и ветеринарного надзора за состоянием окружающей среды на соответствие требованиям безопасности по показателям паразитарной чистоты согласно действующему законодательству (СанПиН 3.2.569-96). С целью выявления очагов дифиллоботриоза необходимо проводить обследование населения на гельминтозы. При выявлении носителей возбудителей паразитозов необходимо обследование очагов паразитозов. На каждой территории области необходимо выявить факторы риска заражения и определить приоритетные проблемы

по профилактике паразитарных заболеваний, обеспечить лечение и диспансерное наблюдение за выявленными инвазированными.

Необходимо осуществлять контроль за условиями реализации продуктов рыболовства, за выполнением ветеринарно-санитарных правил утилизации и уничтожения биологических отходов. На территории области должна быть наложена система учета организаций и предпринимателей, занимающихся промысловым ловом рыбы; проведена паспортизация водоемов промыслового и любительского лова, а также водных объектов, где проведено или планируется зарыбление.

Обеспечить проведение паразитологических исследований контрольных проб рыбы на водоемах, где проводится ее промысловый и любительский лов.

Осуществлять на рыбопромысловых водоемах мониторинговые исследования по изучению особенностей распространения, экологии и биологии гидробионтов, участвующих в жизненных циклах гельминтов, с целью оценки водоемов на возможность циркуляции гельминтов, опасных для человека и животных.

На основании санитарно-эпидемиологического и ветеринарного надзора должен быть составлен перечень рыбохозяйственных водоемов и рыбодобывающих предприятий, имеющих разрешение на отлов рыбы; ограничение специализированного отлова рыбы составляется на основании заключений соответствующих организаций о степени ее паразитарной чистоты.

Важнейшим направлением профилактики паразитарных заболеваний является гигиеническое воспитание и образование населения. Необходимо информировать население через средства массовой информации о мерах профилактики наиболее распространенных паразитозов и повышения личной ответственности за свое здоровье. Для населения необходимо подготовить популярные издания об охране внешней среды от загрязнения яйцами гельминтов, о гигиене питания.

### **3. Динамика экосистемы озера Кубенское**

На экосистему водоема существенное влияние оказывают факторы антропопрессии. К числу наиболее важных форм такого воздействия следует отнести последствия, связанные с водным транспортом, лесопромышленностью, химизацией сельского хозяйства. Уже в древности оз. Кубенское входило в состав «волокового узла». С постройкой г. Санкт-Петербурга потребность соединения бассейнов Балтийского, Белого и Каспийского морей становится более необходимой. Построенный в связи с этим Северо-Двинский канал нарушил естественный уровненный режим озера, т. к. плотина на р. Сухоне создает на озере

подпорный горизонт. Поэтому озеро большую часть года является водохранилищем и только зимой сохраняется естественный режим его уровня. Плотина ускорила процесс заилиения дна озера, т. к. весенние паводковые воды, богатые взвешенными частицами, надолго задерживаются в нем. Изменение гидрологического режима способствовало изменению биоценозов, появлению новых организмов и развитию сообществ с иной видовой структурой и численностью гидробионтов [12].

Окружающий озеро Кубенское ландшафт сильно изменился при развитии населенных пунктов, сведении лесов и расширении площадей, занятых сельскохозяйственным производством. В большей степени трансформирован ландшафт на юго-западном побережье, северо-восточное побережье озера до сих пор остается малонаселенным.

К общей сумме секторов хозяйственной деятельности, отрицательно сказывающейся на состоянии озера, следует отнести обработку сельскохозяйственных угодий гербицидами и пестицидами, смыв с полей минеральных удобрений, попадание в озеро дегтергентов. Количественных данных в этом отношении по озеру Кубенскому нет, но результаты подсчета прихода и расхода фосфора и азота такого происхождения для Рыбинского водохранилища показывают, что в крупных водоемах приток биогенных элементов в 2 – 3 раза превышает их расход.

Значительно ухудшают гидрохимический режим в озере загрязненные воды сельскохозяйственного и промышленного производств. В 1975 г. общее количество таких вод, сбрасываемых в озеро, составляло в сутки 70 – 80 м<sup>3</sup>. В связи с этим в озере выделяется зона повышенных показателей сапробности, ориентированная ближе к западному, более населенному берегу (рис. 11).

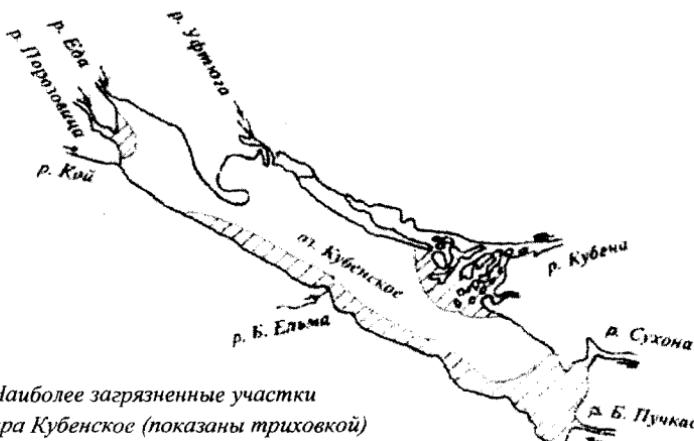


Рис. 11. Наиболее загрязненные участки акватории озера Кубенское (показаны триховкой)

Все рассмотренные воздействия в совокупности ведут к антропогенному звирофорированию водоемов, а такой процесс сопровождается уменьшением прозрачности воды, обильным развитием различных форм фитопланктона, дефицитом кислорода.

### 3.1. Изменение рыбного сообщества

С освоением территории Вологодской области славянским населением (IX–XI вв.) Кубенское озеро и его окрестности, находившиеся на перекрестке водных путей, быстро осваивались в рыбопромысловом, лесопромысловом и сельскохозяйственных отношениях [8].

Различные стороны антропогенной деятельности по-разному и в неодинаковой степени влияют на разные виды. Популяция северодвинской нельмы, поднимаясь на нерест в верховья р. Сухоны, проникла и в Кубенское озеро. Но с постройкой в 1834 г. плотины на р. Сухоне в 7 км от озера часть этой популяции была вынуждена остаться в озере, где образовала жилую форму кубенской нельмы, отличавшуюся от исходной формы по многим биологическим показателям. В настоящее время она находится в состоянии депрессии по причине обмеления нерестовых рек, интенсивного вылова и внесена в Красную книгу РФ (2001).

Вплоть до 40-х годов XX века многими авторами, изучавшими ихтиофауну озера, отмечается наличие в озере небольшой популяции стерляди, которая попала в озеро при перевозке ее в г. Петербург. С постройкой Северо-Двинского канала связано появление в озере снетка, который проник сюда из оз. Белое. Ловившийся в промысловом количестве в конце XIX века, он почти полностью исчез и сейчас встречается единично. Преднамеренная интродукция нового вида была осуществлена лишь однажды. В 1934 – 1936 гг. местные рыбохозяйственные организации вселили в озеро 2000 производителей судака [7], который уже с 1952 года становится промысловым видом.

Взаимная связь популяций в ихтиоценозе настолько высока, что даже небольшое воздействие на одну из них вызывает изменение численности других. В данном случае многолетнее воздействие промысла привело популяции сига и нельмы к состоянию «критического порога численности», когда ихтиомасса каждого из этих видов в ихтиоценозе составляет менее 7%. Окунь, ерш и плотва, в отличие от них, процветают.

По существу, экологические нарушения в водных экосистемах начинаются внешне незаметно и проявляются, прежде всего, в выпадении отдельных видов организмов. Выпадение какого-либо вида рыб из состава рыбного населения водоема – первый шаг к разрушению сложившегося биоценоза [31].

В настоящее время для оценки общей роли антропогенного фактора на состояние ихтиоценоза озера невозможно ограничиться лишь теми сторонами деятельности человека, которые непосредственно влияют на него (плановая и случайная интродукция, промысел и любительский лов). Немаловажное значение имеют и другие элементы этой деятельности, связанные с изменением химического состава воды, уровенного режима, режима стока и накопления осадков; кроме этого, следует принимать во внимание и состояние рек, впадающих в озеро, особенно тех их участков, на которых находятся нерестилища промысловых рыб.

Отмечено самопроизвольное вселение в 1990-е гг. чехони, жереха из озера Белое.

Используя материалы по рыболовству, можно судить о динамике ихтиоценоза за длительный промежуток времени. В промысле последних двух десятилетий отмечается уменьшение численности судака, увеличение численности мелкочастиковых рыб.

### **3.2. Экспансия чайковых птиц и увеличение паразитарной инфекции рыб**

Изменения, происходящие в озерных экосистемах, связаны с изменением численности рыбоядных птиц и их паразитов [12].

Рыбоядные птицы являются распространителями многих гельминтов рыб и в больших количествах обитают на водоеме и в его окрестностях. За последние десятилетия значительно увеличилась численность рыбоядных птиц на водоемах Европейской части России, преимущественно за счет роста популяций чайковых птиц [32].

Современное состояние популяций чайковых птиц – результат длительного исторического развития, в течение которого на озера оказывалось и существенное антропогенное влияние. Расширение открытых пространств, лишенных древесной растительности, оказалось благоприятным для чайковых птиц. Они получили возможности использовать новые территории для коромежки и формирования колоний. Исключительно активно чайковые птицы стали заселять Кубенское озеро с семидесятых годов XX века. Возможным толчком этого процесса было разрушение торфяных островов, занимаемых птицами, на Рыбинском водохранилище. Со второй половины шестидесятых годов на Рыбинском водохранилище отмечен резкий спад численности чайковых птиц [33], которые могли по естественным миграционным путям переселиться на Кубенское озеро. Развитие земледелия на побережьях озер оказалось благоприятным для чайковых птиц, особенно для сизой и озерной чаек, которые, на-

ряду с рыбой, охотно поедают червей и насекомых на пашнях, а также пищевые отходы вблизи жилья людей.

На Кубенском озере появились 3 новых вида (чайки озерная, серебристая и крачка малая), а средняя численность чайковых птиц стабилизировалась к началу девяностых годов XX века на уровне 20-22 тысяч особей.

Доля озерной чайки в среднем за несколько лет – 34,2%, сизой – 34%, речной крачки – 17,2%, а серебристой, малой чаек и черной крачки – менее 1%. Распределение чайковых птиц на озере неравномерно и зависит от экологических условий разных его частей. Возникновение многочисленных населенных пунктов на юго-западном побережье способствовало развитию земледелия и уменьшению площадей, занятых лесами. Узкая полоса заливных лугов благоприятна для колоний чаек. Северо-восточное побережье Кубенского озера до сих пор малонаселенное, лесистое, заболоченное, здесь значительно меньше мест, благоприятных для гнездования чаек. На северо-восточном побережье Кубенского озера преобладают озерная чайка (34,7%) и речная крачка (30,5%), доля сизой чайки несколько ниже (26,0%). На юго-западном побережье сизая чайка составляет 53,4%, озерная чайка – 32,7%, речная крачка – 12,2%. Юго-западное побережье с низкими берегами, грязевыми отмелями, лугами, полями более благоприятно для эврифагов, питающихся разнообразной пищей.

Чайковые птицы участвуют в распространении гельминтов рыб на Кубенском озере в разной степени. Доля гельминтов чайковых птиц, развивающихся в рыбах, значительна: у серебристой чайки они составляют 51,5%, у сизой чайки – 47,06%, у речной крачки – 39,1%, у озерной чайки – 35,2%, у малой чаек и черной крачки – по 25%.

Серебристая чайка является на Кубенском озере немногочисленным видом, освоившим эту территорию относительно недавно. У нее зарегистрировано 33 вида гельминтов: trematodes составляют 22 вида, цестоды – 4 вида, нематоды – 7 видов (приложение, табл. 3). Зараженными оказались все обследованные чайки, среднее количество видов паразитов на одну птицу – 4,6 (3-7), среднее количество гельминтов – 207,2 (28-668) экземпляров, что выше по сравнению с другими видами чайковых птиц.

Малая чайка является на Кубенском озере относительно немногочисленным видом, предпочитающим заселять заросшие заливы. У малой чайки зарегистрированы 24 вида гельминтов, из которых половину (12 видов) составляют trematodes, цестоды (5 видов) и нематоды (7 видов). В среднем у одной птицы регистрируются 3,2 вида гельминтов при средней зараженности – 22,4 экземпляра. Во второй половине лета, когда насекомых становится меньше, малые

чайки питаются и рыбой, что приводит к заражению диплостомидами. Снижается интенсивность заражения большинством видов гельминтов.

Крачка речная на Кубенском озере довольно многочисленна, ее доля составляет около 17%. Зарегистрировано 23 вида гельминтов, среди которых доминируют трематоды (17 видов, 73,9%), доля цестод и нематод незначительна – по 3 вида (13%). Зараженными оказались 59,6% обследованных птиц. Преобладание трематод и низкая зараженность речной крачки связаны с ее питанием в основном мелкой рыбой.

Черная крачка является на Кубенском озере немногочисленным видом, образует небольшие колонии в заросших растительностью заливах, на заболоченных поймах рек. Зарегистрированы 15 видов гельминтов, среди которых доминируют трематоды – 10 видов (66,7%), а цестоды (2 вида, 13,3%) и нематоды (3 вида, 20,0%) редки. Зараженными оказались 76,5% птиц. В период пребывания на водоеме у черной крачки повышается зараженность и значительно увеличивается число видов (с 3 до 12) и интенсивность инвазии (с 5,6 экз. гельминтов в одной птице в мае до 12,3 экз. во второй половине лета).

Регулирование уровня воды привело к изменению гнездового стереотипа у сизой чайки. Этот вид в настоящее время гнездится либо на окружающих озеро полях, либо устраивает гнезда на всевозможных возвышениях над водой: горизонтальные стволы деревьев, нагромождения ветвей, постройки. Остальные виды приступают к гнездованию несколько позже по сравнению со сходными водоемами. Это снижает гибель кладок и птенцов при перепадах уровня воды.

Изменения в орнитоценозе озера привели к существенным изменениям паразитологической ситуации. Происходит увеличение числа видов гельминтов рыб, развивающихся с участием чайковых птиц (22 вида), и рост зараженности рыб этими видами, среди них *Ligula intestinalis*, личинка которой (солитер) паразитирует в полости тела карповых рыб, является причиной паразитарной кастрации и гибели рыб. Для человека паразит не опасен.

Многочисленные личинки гельминтов чайковых – pp. *Ichthyocotylurus*, *Metorchis* поселяются во всех органах и тканях рыб, вызывают интоксикацию, влияют на обмен веществ рыб (приложение, табл. 4).

## 4. Биомониторинг экосистемы озера Кубенское

В природных условиях различия в устойчивости гидробионтов играют важную роль в сохранении биоценозов и экосистем в целом, что должно учитываться для прогнозирования изменений в экосистемах [31].

В поисках индикаторов состояния экосистем часто возникает проблема выбора объектов изучения. Желательно, чтобы объекты изучения были доступными и информативными, позволяли использовать полученный материал для анализа возможно большего диапазона параметров экосистем.

### 4.1. Планктон как индикатор состояния экосистемы

Интегрированным показателем состояния экосистемы является состояние гидробионтов озера, так как ухудшение качества среды обитания отражается на первичном звене – фитопланктоне. При загрязнении наблюдается снижение показателей его численности и биомассы.

В целом основу фитопланктоценоза озера Кубенское составляют диатомовые водоросли, среди которых преобладают колониальные нитчатые *Melosira varians*, *M. granulata*. В то же время на участке озера в районе водозабора доминируют криптофитовые водоросли, способные к гетеротрофному типу питания.

Происходит снижение видового разнообразия фитопланктона, так как выпадают виды, чувствительные к неблагоприятным воздействиям, и развиваются водоросли, устойчивые к загрязнению, например, индикаторные виды *Cryptomonas erosa* и *C. ovata*, которые в течение всего вегетационного периода встречаются в массовом количестве на участке водозабора [35].

Наблюдаемое ухудшение качества среды обитания отражается и на функционировании зоопланкtonного сообщества. Отмечается преобладание группы коловраток, которые получают преимущественное развитие при органическом загрязнении. Выявлена тенденция к снижению в зоопланкtonном сообществе роли диаптомид, что закономерно для мелководных и эвтрофируемых озер. Вследствие интенсивного застарания водоема среди кладацер и циклопид увеличилась доля зарослевых видов. Кроме того, происходит изменение структуры зоопланктона, связанное с нарастанием доли хищных видов [36].

Выявлено массовое развитие видов – индикаторов загрязнения, таких родов, как *Brachionus*, *Bipalpus*, *Keratella*, *Asplanchna*. Отмечено повышение показателя сапробности, который по акватории озера колебался от 0,9 до 2,0, что в первую очередь связано со значительным содержанием органики в воде. На участках с высокими показателями индекса сапробности наблюдается повышение

ние численности зоопланктона в основном за счет массового развития мелких видов – индикаторов загрязнения и эвтрофирования водоема. Это виды из родов *Kellicotia*, *Brachionus*, *Asplanchna*, *Chydorus*. В целом наибольшие значения индекса сапробности соответствуют высокому локальному загрязнению озера.

Оценка состояния зоопланктонного сообщества позволила выделить наиболее загрязненные участки акватории озера – районы около населенных пунктов, крупных притоков и зону озера, прилегающую к водоводу (рис. 11). Так, в районе водовода значения индекса сапробности повышаются от 1,2 до 1,9 [58].

#### 4.2. Паразиты рыб в системе индикации экосистемы озера Кубенское

Паразитофауна рыб зависит от среды их обитания. Средой обитания для паразита является не только сам хозяин, но и внешняя среда, окружающая данного хозяина. У рыб озера Кубенское зарегистрировано 139 видов паразитов (приложение, табл. 2).

Антропогенное влияние в подавляющем большинстве случаев является либо устойчиво высоким, либо прогрессирующими. И такая ситуация сохраняется на протяжении последних десятилетий, что приводит к химическому и физическому загрязнению среды и к трансформации гидробиоценоза.

Кубенское озеро подвержено загрязнению за счет сброса сельскохозяйственных и промышленных отходов, транспорта. Поступление токсикантов, снижая резистентность рыб, создает неустойчивую паразитологическую ситуацию, которая даже при незначительном изменении условий может привести к эпизоотиям. Снижение резистентности рыб к паразитам в неблагоприятных условиях среды приводит к вспышкам заболеваний, причем возбудителями могут быть условно патогенные и непатогенные в норме микроорганизмы. Если загрязнение токсикантами продолжается в течение длительного времени или резко увеличивается в результате техногенных аварий, наблюдается снижение зараженности рыб паразитами, особенно со сложным циклом развития, поскольку происходит гибель их промежуточных хозяев. Особенно напряженная ситуация складывается в периоды с низким уровнем воды, когда повышается концентрация рыб, например в зимовальных ямах, и ухудшается кислородный режим. Подтверждением этого может служить вспышка сапролегниоза в 1988 г. в устье р. Кубены в зимовальных ямах, которая привела к гибели 20% среднего леща, возникшая вследствие сброса в реку моющих средств и нарушения слизистого покрова рыб [12].

Озеро Кубенское имеет режим водохранилища, паразитофауна рыб зависит от гидрологических и гидробиологических изменений, происходящих в водоеме. Чередование двух паводков и меженей в течение года с резким колеба-

нием уровня воды (до 4 м) губительно действует на промежуточных хозяев паразитических червей (планктон, бентос), а также на численность паразитов с прямым циклом развития (простейшие, моногенеи, пиявки, раки, моллюски). Паводки как бы способствуют «омолаживанию» озера, что требует восстановления связей в системе паразит—хозяин. В Кубенском озере, по сравнению с озером Белое, имеющим более стабильный уровеньенный режим, в 2,7 раза отмечено меньше простейших, в 2 раза — моногеней, в 1,5 раза больше видов trematod, в 9 раз — паразитирующих глохидий моллюсков (табл. 12).

Таблица 12

**Таксономический состав паразитофауны рыб озер Кубенское и Белое**

Систематические группы паразитов	Кубенское озеро		Белое озеро	
	Количество видов паразитов		Количество видов паразитов	
	абс.	% от числа видов в озере	абс.	% от числа видов в озере
Protista	28	20,1	76	43,7
Monogenea	16	11,5	32	18,4
Cestoda	16	11,5	17	9,8
Trematoda	37	26,6	25	14,3
Nematoda	14	10,1	9	5,2
Acanthocephala	5	3,6	5	2,9
Hirudinea	2	1,4	2	1,1
Mollusca	9	6,5	1	0,6
Crustacea	8	5,8	7	4,0
Arachnida	3	2,2	0	0
Fungi	1	0,7	0	0
Всего	139	100	174	100

В паразитофауне рыб Кубенского озера доминируют trematodы (26,6 %) и простейшие (20,1%), моногенеи и цестоды представлены 16 видами (11,5%),

нematоды — 14 видами (10,1%). Остальные группы паразитов менее разнообразны по видовому составу (рис. 12).

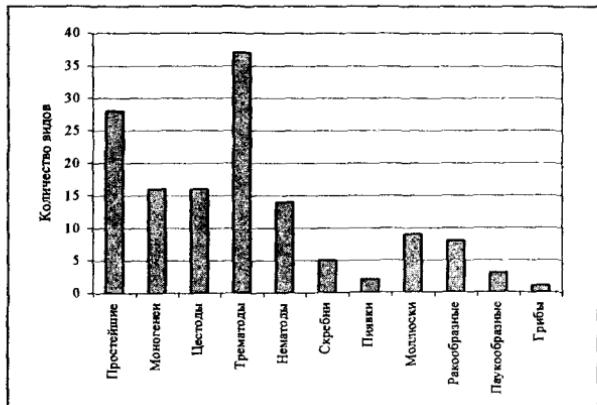


Рис. 12. Разнообразие паразитов рыб Кубенского озера [1]

В связи с большой протяженностью озера, изрезанностью берегов в отдельных местах, впадением рек, различием грунтов создаются неодинаковые условия для существования гидробионтов.

Озеро разделяется по физико-географическим условиям на 5 участков (рис. 13), принимая во внимание характер грунтов, глубины озера, направление течения, состав зообентоса и зоопланктона, заселение ихтиофагами, антропогенное воздействие (судоходство – крупнотоннажный и малотоннажный флот, забор воды через водовод Кубенское - Вологда и др.).

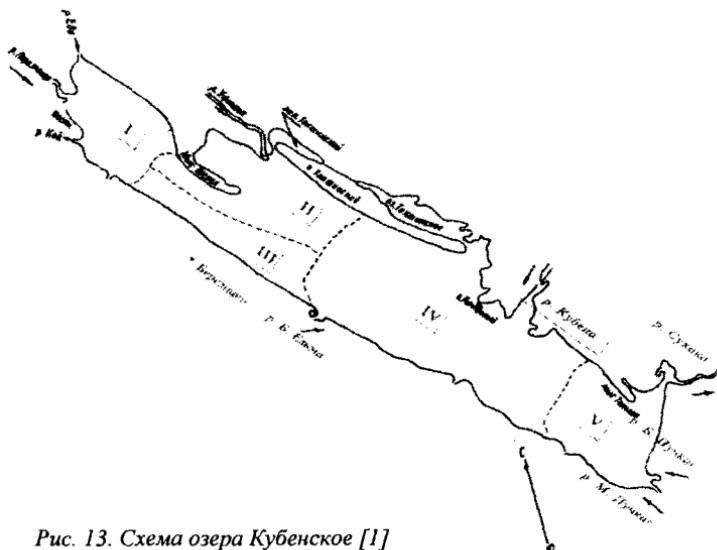


Рис. 13. Схема озера Кубенское [1]

1 участок – крайний северо-запад озера, соединяется системой шлюзов на р. Порозовице с Волго-Балтом. Мелководный, много плавающей растительности. Грунты каменисто-песчаные. Юго-западное побережье малонаселенное, северо-восточное заболоченное, с зарослями макрофитов. Течение вдоль участка слабое.

2 участок – центральный северный, открытый, слабо проточный, берега сильно изрезаны. Побережье заболочено. Отмечается большое скопление валунов, мелкозернистых песков, тонких глинистых илов. Грунты содержат большое количество органических веществ. Населенные пункты расположены вдали от береговой линии.

3 участок – центральный южный. Побережье каменисто-песчаное, есть тонкие глинистые илы. На побережье расположены крупные населенные пункты, дачные поселения, сосредоточен маломерный флот,

4 участок – район эстуария р. Кубены. Отмечается большое скопление валунов. Fauna обеднена, преобладают хирономиды и моллюски.

5 участок – самый мелководный. Побережье заболочено, много плавающей растительности. Течение выносит из озера в р. Сухону илы. Дно илистое, есть плохо промытые пески, вода мутная. Fauna обеднена, преобладают хирономиды и моллюски. Фактически, приплотинный плес является истоком р. Сухоны. В районе рек Б. и М. Пучкас расположен водозабор, перекачивающий воду для нужд г. Вологды.

Ихиопаразиты являются наиболее чуткими индикаторами состояния водных экосистем. Их численность и возможные структурные аномалии объективно отражают уровень трофности водоема и степень его антропогенного загрязнения [19]. Высокая зараженность рыб инфузориями и миксоспоридиями свидетельствует о высоком биогенном загрязнении вод. Значительный уровень зараженности рыб миксоспоридиями указывает на плотность популяций олигохет в водоеме, в которых происходит их развитие. Отсутствие в паразитофауне рыб паразитических ракообразных – слабо устойчивых к действию внешних токсикантов, свидетельствует об опасном промышленном загрязнении воды.

Некоторые ихиопаразиты способны аккумулировать такие сильные токсиканты как тяжелые металлы. Более всего тяжелые металлы аккумулируются кишечными нематодами, менее всего цестодами. При этом содержание тяжелых металлов в паразитах во много раз превышает уровень их содержания в воде и в организме рыбы-хозяина. В связи с этим отдельные виды паразитов рыб можно использовать для биотестирования водоема.

Распространение миксоспоридий, специфичных для щуки, (*Myxidium lieberkuehni*, *Henneguya oviperda*) неравномерное. Щука на первом и втором участках значительно менее заражена, чем на третьем и четвертом участках. Учитывая высокую патогенность этих видов, рекомендуется отлавливать щуку на этих участках.

*Ligula intestinalis* встречается только на первом участке. Распространение лигулы на северо-западном участке у леща (12,5%, индекс обилия – 0,4) указывает на повышенную здесь плотность поселения чаек – дефинитивных хозяев, в которых завершается цикл развития паразита.

Зараженность щуки *Triaenophorus nodulosus* имеет высокий уровень по всей акватории озера. Специфичный паразит щуки имеет повсеместно стабильные условия для завершения своего цикла – обилие копепод и окуня, являющихся

промежуточными хозяевами. *T. crassus* чаще встречается на первом участке, где численность нельмушки – второго промежуточного хозяина цестоды, выше, что обеспечивает завершение жизненного цикла.

*Diphyllobothrium latum* отмечен на третьем и четвертом участках, причем на третьем участке зараженность значительно выше, особенно индекс обилия. Непосредственное участие в распространении *D. latum* играет человек. Бытовые стоки, попадая в озеро, приносят яйца гельминта. На побережье третьего и четвертого участков располагаются крупные населенные пункты (Нефедово, Березники, Новленское, Кубенское), где отмечается заболеваемость населения дифиллоботриозом. В связи с изложенным выше показатель заболеваемости населения дифиллоботриозом можно рассматривать как индикатор загрязнения акватории бытовыми стоками.

*Tyodelphys clavata* и *T. podicipina* распределены в акватории озера довольно равномерно. Их популяции поддерживаются гнездящимися здесь цаплями и поганками, являющимися дифинитивными хозяевами этих трематод.

Метацеркарии р. *Ichthyocotylurus* более распространены у рыб на втором и третьем участках, где отмечается концентрация чайковых птиц, дифинитивных хозяев этих паразитов.

Широко распространенные нематоды *Camalanus lacustris* и *Raphidascaris acus* отмечены на всех участках, но более – на первом. Специфичная для щуки *Phylometra obturans* встречается повсеместно.

Пиявки, ракчи р. *Ergasilus* распространены повсеместно; *Achtheres percarum* – специфичный паразит окуневых – отмечен только на третьем и четвертом участках, где сосредоточено промысловое стадо судака.

У нельмушки обнаружено 9 видов метацеркарий трематод. Наиболее высокий уровень зараженности отмечен на 1 и 4 участках, где сосредоточены чайковые птицы и рыбы.

Леци, зараженные *Ligula intestinalis*, отмечены только на первом участке, *Anodontia cygnea* только на третьем участке, *Ergasilus briani* – на втором и третьем участках, *Acanthocephalus anguillae*, *Diplostomum spathaceum* – на втором, четвертом и пятом участках. Специфичные паразиты леци – гвоздичники, развивающиеся в олигохетах, наиболее многочисленных представителях бентоса, имеют повсеместное распространение.

У язя отмечено 12 видов метацеркарий, широко распространенных по всей акватории. Язь кормится бентосными организмами на мелководье, где заражается личинками трематод. Наиболее высокий уровень зараженности язя *M. xanthosomus*.

Судак имеет наиболее высокий уровень зараженности метацеркариями trematod на 3 участке озера, где концентрируется основная часть стада. Зараженность *I. variegatus* составляет 83,39%, а максимальная интенсивность заражения – 9111 экз.

Наиболее мощным фактором биологического воздействия на экосистему Кубенского озера является высокая численность чайковых птиц (20 тысяч особей), дефинитивных хозяев 55 видов гельминтов, а также других рыбоядных птиц (цапли, выпи, поганки, крохали), гнездящихся в прибрежной части озера. В кишечнике околоводных птиц паразитирует 23 вида гельминтов, личинки которых развиваются в рыбах (приложение, табл. 4).

Биохимическими исследованиями показано, что продукты жизнедеятельности паразитов оказывают токсическое влияние на рыб, снижая их рост, упитанность, способность размножаться. Паразиты оказывают не только локальное воздействие на ткани и органы рыб, но и генерализованное влияние. Они отравляют нервную систему, нарушают обмен веществ и питание хозяина, деятельность сердечно-сосудистой системы и желез внутренней секреции.

Любой паразит, обитая на теле рыбы или внутри ее, оказывает определенное воздействие на организм. Оно может выражаться в резких изменениях каких-либо органов, тканей. Черви отнимают значительную часть пищевых веществ, выделяют токсины, которые поступают в кровь, поглощают белок, глюкозу. Тканевые формы паразитов, например, миксоспоридии поглощают белок миоглобин, который содержит ионы железа. У зараженных рыб биохимические показатели мышечной ткани изменяются в сторону уменьшения содержания глюкозы, белка и железа и увеличения содержания мочевины. Эти изменения свидетельствуют об определенных нарушениях обменных процессов в организме рыбы под влиянием паразитов [1].

В условиях мелководного Кубенского озера с зарегулированным водным режимом создаются экстремальные условия для организмов в связи с двумя паводками (весна, осень) и двумя меженями (лето, зима). Уровень воды изменяется в пределах 4 м. При таком уровненном режиме происходит сокращение площади зеркала зимой на 50%, промерзание дна и увеличение мелководий в летнее время при значительном прогревании воды, особенно в годы усиленного теплового режима. Забор воды для нужд г. Вологды также способствует уменьшению уровня воды в озере, особенно в критические моменты. В связи с этим происходит гибель протистов, моногеней, пиявок, ракообразных, моллюсков, большинство из них испытывают резкое колебание численности в течение года.

В целом, паразитофауна рыб является индикатором состояния среды. Разнообразие паразитов со сложным циклом развития свойственно для круп-

ных, стабилизированных водоемов. Преобладание в паразитофауне рыб озера Кубенское trematod и цестод показывает, что условия в данном водоеме благоприятны для разнообразных групп организмов, а разнообразие трофических связей свидетельствует об устойчивости экосистемы [12].

#### 4.3. Чайковые птицы как индикаторы состояния экосистемы Кубенского озера

Чайковые птицы могут быть индикаторами состояния среды на различных уровнях (рис 14).

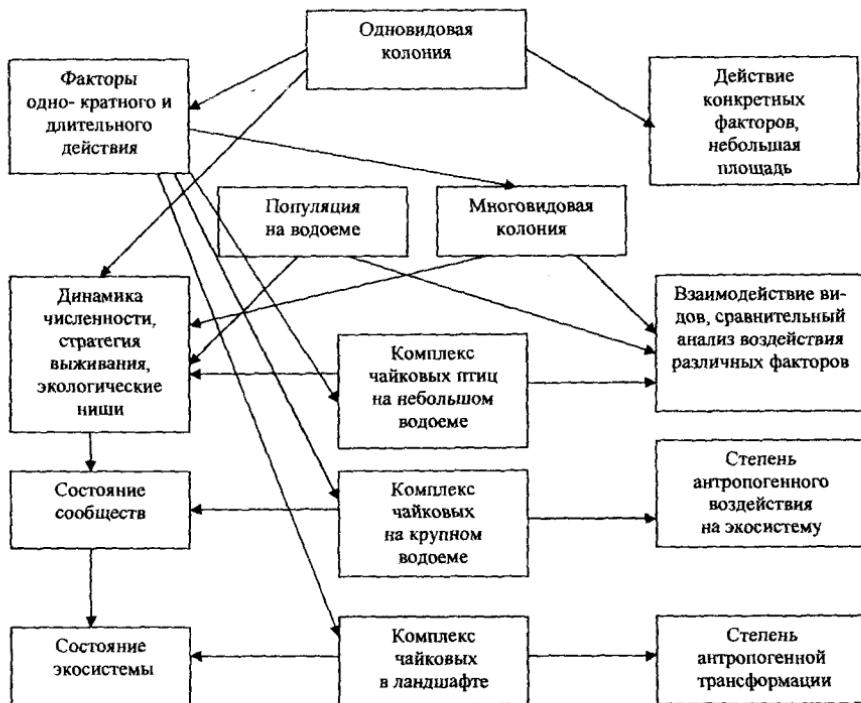


Рис. 14. Чайковые птицы в системе индикации окружающей среды [12]

При изучении чайковых птиц на водоеме и в его окрестностях можно оценить состояние экосистемы водоема и степени антропогенного воздействия на нее, а динамика видового состава и численности этой группы птиц на больших территориях может свидетельствовать об антропогенной трансформации

ландшафта. За последние 50 лет численность чайковых птиц увеличилась повсеместно, в том числе в Вологодской области. Общая численность за этот период изменилась с 19 тыс. в 1986 г. до 23 тыс. в 1995 г.

Из чайковых птиц наиболее активно расселяется серебристая чайка, численность которой в последние десятилетия возросла в десятки лет. Такой рост численности птиц, с учетом высоких показателей зараженности рыб гельминтами, может осложнить гельминтологическую ситуацию, особенно в отношении диплостомид и лигулы. Возможно будет возрастать зараженность карповых *L. intestinalis*, которая в настоящее время в озере Кубенское распространена незначительно.

Следует учитывать, что чайки становятся более пластичными и легко приспосабливаются к новым условиям, заселяя ранее не обжитые территории. Как только побережья водоемов освобождаются от древесной растительности или происходит зарастание водоемов, чайковые птицы образуют в таких местах колонии и, несомненно, оказывают влияние на паразитологическую ситуацию.

Таким образом, антропогенные изменения экологических условий Кубенского озера и его окрестностей оказали существенное влияние на увеличение численности чайковых птиц, что привело к росту зараженности рыб гельминтами, развивающимися с их участием.

С другой стороны, переход чайковых птиц (озерной, сизой и серебристой) на антропогенные корма снижает долю рыбы в их рационе и, соответственно, ведет к разрыву жизненных циклов гельминтов. В то же время, если загрязнение водоемов будет продолжаться, оно приведет к снижению численности промежуточных хозяев гельминтов (раков, олигохет, моллюсков), но рост численности чайковых птиц будет способствовать сохранению зоонозов.

Заселение антропогенного ландшафта, скопление чаек может свидетельствовать о неблагоприятном санитарном состоянии территории [38]. Численность и соотношение видов чайковых птиц может служить индикатором антропогенных изменений на водоемах и в их окрестностях.

## Заключение

Экосистема Кубенского озера в связи с мелководностью и резким колебанием уровенного режима является исключительно динамичной, что отражается на состоянии ее компонентов (планктон, бентос, рыбы и их паразиты, околоводные птицы и их паразиты).

В последние 100 лет произошли существенные изменения в структуре биоценоза озера: проникновение новых видов рыб, выпадение из ихтиоценозов отдельных видов, снижение численности сиговых рыб, увеличение видового состава паразитов рыб. После постройки плотины в 1834 г. в истоке р. Сухоны озеро Кубенское по существу превратилось в водохранилище. В связи с этим северо-двинская нельма оказалась изолированной и превратилась в жилую озерную форму, отличающуюся по морфометрическим и биологическим показателям. Ихтиоценоз озера Кубенское пополнился как вселенцами (судак), так и мигрантами (снеток, чехонь, жерех).

Водоем находится в состоянии значительного антропогенного воздействия: забор воды; судоходство и маломерный флот; рыбный промысел; рекреационное использование; сбросы промышленно-бытовых стоков; загрязнение пестицидами и др. ядохимикатами, интродукция рыб.

Водоем используется как источник водоснабжения г. Вологды в маловодные периоды, что неблагоприятно для жизни рыбного населения.

По озеру Кубенскому проходит трасса Северо-Двинской водной системы, соединяющейся с Волго-Балтийским водным путем. С этим связано загрязнение нефтепродуктами, взмучивание воды, беспокойство для нерестящихся видов рыб.

Водоем используется как один из основных рыбопромысловых водоемов, на долю которого приходится 14% от суммарного вылова рыбы по области. В значительной степени рыба вылавливается любителями-рыболовами. Величина ежегодных уловов рыбы на Кубенском озере в последние 15 лет значительно меньше, чем в предыдущие годы (рис. 4).

Биомасса бентоса и планктона на загрязненных участках озера резко уменьшается. Токсическое воздействие нефти и нефтепродуктов на рыб обуславливается выделяющимися при разрушении нефти токсическими веществами. Концентрация нефти в воде 20-30 мг/л вызывает нарушение условно-рефлекторной деятельности рыб, более высокую их гибель. Особую опасность представляют нафтеновые кислоты, содержащиеся в нефти и нефтепродуктах. Их концентрация в воде 0,3 мг/л смертельна для гидробионтов.

Сброс неочищенных бытовых стоков способствует поддержанию в акватории крупных населенных пунктов (Кубенское, Новленское, Березники, Пес-

ки) антропоургических очагов дифиллоботриоза – опасного заболевания человека, передающегося через зараженную рыбу (щука, налим, окунь, ерш).

Были определены биологические маркеры, с помощью которых можно отслеживать основные изменения, происходящие в экосистеме. Такими биоиндикаторами являются доминирующие виды планктона, рыбы и их паразиты, рыбоядные птицы и их гельминты, как наиболее многочисленные компоненты экосистемы.

Антропогенная трансформация бассейна Кубенского озера, выражаяющаяся в зарегулировании стока воды, сведении лесов и расширении площадей сельскохозяйственных угодий, развитии населенных пунктов, дачных прибрежных поселений привела к росту численности чайковых птиц и повышению зараженности рыб гельминтами, завершающими развитие в птицах.

### Библиографический список

1. Радченко, Н.М. Эколо-паразитологические исследования рыб Кубенского озера / Н.М. Радченко. – Вологда: ВИРО, 2002. – 156 с.
2. Белый, А.В. Влияние уровенного режима озера Кубенского на воспроизводство весенне-нерестящихся видов рыб / А.В. Белый, Ю.С. Водоватов, М.М. Поляков // Экологические и инженерно-геоморфологические проблемы Вологодской области: доклады, подготовленные для межгосударственной конференции «Инженерная география. Инженерно-геоморфологические аспекты». – Вологда: ВоСИ, 1993. – С. 112-117.
3. Изучить состояние рыбных запасов в крупных рыбохозяйственных водоемах Вологодской области (оз. Белое, Кубенское, Воже, Шекснинское вдх.) и разработать предложения по их рациональному использованию в 1993 г.: отчет по хоздоговорной теме №79 Вологодской лаборатории ГосНИОРХ; рук. Ю.С. Водоватов. – Вологда, 1993. – 237 с.
4. Озеро Кубенское. Ч. 1. Гидрология. – Л.: Наука, 1997. – 308 с.
5. Озеро Кубенское. Ч. 2. Гидрохимия, донные отложения, растительные сообщества. – Л.: Наука, 1977. – 280 с.
6. Озеро Кубенское. Ч. 3. Гидробиология. – Л.: Наука, 1977. – 168 с.
7. Титенков, И.С. Рыбохозяйственное значение Кубенского озера/ И.С. Титенков // Рыболовство на Белом и Кубенском озерах. – Вологда, 1955. – С. 111-140.
8. Лебедев, В.Г. Влияние хозяйственной деятельности человека на формирование ихтиоценоза Кубенского озера / В.Г. Лебедев // Проблемы природопользования в условиях севера Европейской части СССР. – Вологда: ВГПУ, 1983. – С. 28-36.
9. Разработать рекомендации по рациональному использованию запасов крупного чистика в озере Кубенском: отчет Вологодской лаборатории ГосНИОРХ; рук. Ю.С. Водоватов. – Вологда, 1990. – 140 с.
10. Дулькин, А.Л. Гельминтофауна рыб Кубенского озера / А.Л. Дулькин // Тр. Вологодского сельхоз. института. – Вып. 3. – Вологда, 1941. – С. 84-90.
11. Курдячева, Е.С. Паразиты рыб реки Сухоны и Кубенского озера: автореф. дис ... канд. биол. наук/ Е.С. Курдячева. – Л., 1955. – 25 с.

12. Шабунов, А.А. Изучение озерных экосистем Вологодской области / А.А. Шабунов, Н.М. Радченко. – Вологда: ВИРО, 2003. – 160 с.
13. Шабунов, А.А. Роль чайковых птиц в распространении паразитов рыб в крупных водоемах Вологодской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук/А.А. Шабунов. – Вологда, 2002. – 24 с.
14. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2005 году / Правительство Вологодской области, департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. – Вологда, 2006. – 208 с.
15. Белый, А.В. Проблемы экологии Кубенского озера и пути их решения / А.В. Белый, М.М. Поляков // Научное обеспечение охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: материалы научно-практической конференции. – Вологда: ВоСИ, 1997. – С. 9-15.
16. Поляков, М.М. Опыт комплексной оценки современного экологического состояния бассейна Кубенского озера / М.М. Поляков, В.С. Поливанов, А.В. Белый // Вопросы региональной геоэкологии. – Вологда: ВоСИ, 1997. – С. 134-143.
17. Поляков, М.М. Проблемы управления водопользованием / М.М. Поляков. – Вологда: ВНКЦ ЦЭМИ РАН, 2002. – 236 с.
18. Белый, А.В. Экологический мониторинг: учебное пособие / А.В. Белый. – Вологда: ВоГТУ, 2004. – 196 с.
19. Петрова, В.В. Использование биондикации в оценке состояния водных экосистем как одна из форм экологического образования / В.В. Петрова // Непрерывное экологическое образование от этапа к этапу. Опыт Вологодской области. Ч. 5. Содержание образования и воспитание экологической культуры. Научно-мониторинговые исследования. – Вологда, 2002. – С. 103-104.
20. Квасов, Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы / Д.Д. Квасов. – Л.: Наука, 1975. – 278 с.
21. Ильина, Л.Л. Реки Севера / Л.Л. Ильина, А.Н. Грахов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 103-105.
22. Крючкова, Н.М. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона / Н.М. Крючкова. – М.: Наука, 1989. – 124 с.
23. Радченко, Н.М. Паразиты рыб озер Европейского Севера России (систематика, эколого-фаунистический анализ, зоогеография): дисс. в виде научн. докл... докт. биол. наук/Н.М. Радченко. – М., 1999. – 69 с.
24. Лебедев, В.Г. Биология и систематика нельмушки и ее место в ихтиоценозе Кубенского озера: автореф. дисс ... канд. биол. наук/В.Г. Лебедев – Л., 1982. – 23 с.
25. Определение оптимального режима рыболовства и обоснование мероприятий по воспроизводству рыбных ресурсов Кубенского озера: отчет Вологодской лаборатории ГосНИОРХ; рук. Ю.С. Водоватов. – Вологда, 2002. – 90 с.
26. Служебная записка по факту гибели рыбы в озере Кубенское р. Сухона в июле-августе 2004 г.: материалы Вологодской государственной областной инспекции рыбоохраны. – Вологда, 2004. – 2 с.
27. Голубев, И.Р. Окружающая среда и транспорт / И.Р. Голубев, Ю.В. Новиков. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
28. Молоков, М.В. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок / М.В. Молоков, В.Н. Шифрин. – М.: Стройиздат, 1977. – 104 с.

29. Белый, А.В. Предварительная оценка влияния обратного течения верховьев Сухоны на формирование качества воды озера Кубенского / А.В. Белый, М.М. Поляков // Экологические проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов. – Вологда, ВоСИ. – 1996. – С. 4.
30. Информационный сборник статистических и аналитических материалов / Минздрав РФ. – М., 2000. – 37 с.
31. Перевозников, М.А. Экологические аспекты рыбохозяйственной токсикологии пестицидов / М.А. Перевозников // Влияние биологически активных веществ на гидробионтов: сб. науч. тр. – Вып. 287. – Л., 1988. – С. 4-30.
32. Зубакин, В.А. Малая чайка / В.А. Зубакин // Птицы СССР. Чайковые. – М.: Наука, 1988. – С. 233-243.
33. Немцев, В.В. Состояние численности некоторых видов птиц Рыбинского водохранилища за последние тридцать лет / В.В Немцев // Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов. – Калинин, 1980. – С. 192-193.
34. Экологическая и рыбохозяйственная характеристика бассейна р. Сухоны и пути рационального использования речных экосистем. / 1 этап исследований: изучение современного состояния бассейна р. Сухоны: отчет ГосНИОРХ; рук. Г.В. Жакова. – Вологда, 1991. – 55 с.
35. Думнич, Н.В. Оценка структурно-функциональных изменений зоопланктона при эвтрофировании Кубенского озера / Н.В. Думнич // Материалы межд. научно-практической конф. «Северо-Запад России: проблемы экологии и устойчивого развития». Ч. 2. – Псков, 1997. – С. 178-187.
36. Думнич, Н.В. Изменение состояния зоопланктона озера Кубенское за 20-летний период / Н.В. Думнич // Тезисы докладов регионально-практической конференции. – Псков, 1996. – С. 58-60.
37. Экологическая и рыбохозяйственная оценка состояния реки Пельшмы и расчет ущерба от сброса в нее неочищенных сточных вод предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности г. Сокола по материалам 1988 г.: отчет Вологодской лаборатории ГосНИОРХ; рук. Т.Н. Нагаева. – Вологда, 1988. – 50 с.
38. Шабунов, А.А. Чайковые птицы как биоиндикаторы состояния экосистем / А.А. Шабунов, Н.М. Радченко // Информационно-методический и научно-педагогический журнал ВИРО. – Вологда, 2002. – № 1. – С. 55-58.
39. Мезенева, Е.А. Исследование процесса коагуляции примеси воды р. Вологды и оз. Кубенское / Е.А. Мезенева, Е.В. Лебедева // Вузовская наука региону: материалы III региональной межвузовской научно-технической конф./ВоГТУ. – Вологда, 2002. – С. 145-147.
40. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 2.1.4.1074-01. – М., 2001. – 30 с.
41. Санитарные правила и нормы: Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-00. – М., 2001. – 32 с.
42. Санитарные правила и нормы: Производство и реализация рыбной продукции: СанПиН 2.3.4.050-96. – М., 1996. – 68 с.

43. Белый, А.В. Влияние уровненного режима озера Кубенского на воспроизведение весенне-нерестящихся рыб / А.В. Белый, Ю.С. Водоватов, М.М. Поляков // Экологические и инженерно-геоморфологические проблемы Вологодской области: доклады, подготовленные для межгосударственной конф. «Инженерная география. Инженерно-геоморфологические аспекты». – Вологда: ВПИ, 1993. – С. 112-129.
44. Богданова, Е.А. Оценка загрязненности поверхностных водоисточников г. Вологда / Е.А. Богданова // Современные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы региональной науч.-практ. конф. – Вологда, 2001. – С. 26-31.
45. Моделирование режима фосфора в долинном водохранилище. – М.: МГУ, 1995. – 80 с.
46. Бентос Учинского водохранилища. – М.: Наука, 1980. – 251 с.
47. Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – 214 с.
48. Эдельштейн, К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения / К.К. Эдельштейн. – М.: ГЕОС, 1998. – 277 с.
49. Хромов, В.М. Влияние высшей водной растительности на формирование гидрохимического режима и качество воды питьевого водохранилища / В.М. Хромов, Л.Г. Радченко, И.И. Бакова, З.Г. Стрелкова, А.А. Трошков // Круговорот вещества и энергии в водоемах. – Вып. 5. – Иркутск, 1981. – С. 155-157.
50. Покровская, Т.Н. О нарушении продукционной организации эвтрофирующихся макрофитных озер / Т.Н. Покровская // Круговорот вещества и энергии в водоемах. – Вып. 1. – Иркутск, 1981. – С. 111-113.
51. Авакян, А.Б. Рекреационное использование водохранилищ / А.Б. Авакян, В.Б. Яковleva // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1970. – №6. – С. 4-54.
52. Тюрин, П.В. Биологические основы регулирования рыболовства на внутренних водоемах / П.В. Тюрин. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 200 с.
53. Ресурсы поверхностных вод. Т. 3. Северный край. – Л., 1972. – 661 с.
54. Экологическая и рыбохозяйственная характеристика бассейна р. Сухоны и пути рационального использования речных систем: II этап. Изучение современного состояния р. Сухоны и ее притоков: отчет по теме №66; рук. Г.В. Жакова. – Вологда: ГосНИОРХ, 1992. – 338 с.
55. Внеплощадочное водоснабжение г. Вологды. Проект зон санитарной охраны водозаборных сооружений. – Л.: Ленинградский институт «Водоканалпроект», 1988 (№702-0-0-П3.3СО).
56. Радченко, Н. М. Антропоургические очаги дифиллотриоза в бассейнах крупных озер Европейского Севера России / Н.М. Радченко // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1999. – № 2. – С. 55-58.
57. Радченко, Н. М. Изменения в паразитофауне судака (*Stizostedion lucioperca*) в связи с интродукцией в крупных озерах Северо-Запада России / Н.М. Радченко // Паразитология. – 1996. – Т. 301. – С. 53-58.
58. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2007 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. – Вологда, 2008. – 222 с.

## Приложение

## Таблица 1

## Состав ихтиоценозов крупных озер Вологодской области

Виды рыб	Оз. Белое (Водоватов, Серенко, 1981)	Оз. Кубен- ское (Титенков, 1955; Лебе- дев, 1982)*	Оз. Воже (Жаков, 1978; Зуяно- ва, 1994)
Нельма <i>Stenodus leucichthys nelma</i>	—	+	—
Сиг <i>Coregonus lavaretus pidscian</i>	—	—	+
Сиг-нельмушка <i>C. lavaretus nelmuschka</i>	—	+	—
Ряпушка <i>C. albula</i>	++	—	+
Пелядь <i>C. peled</i>	+	—	—
Снеток <i>Ostmerus eperlanus spirinchus</i>	+++	+	+
Щука <i>Esox lucius</i>	+++	++	+++
Угорь <i>Anguilla anguilla</i>	+	+	—
Лещ <i>Abramis brama</i>	++	+++	+++
Белоглазка <i>A. sapa</i>	+	—	—
Синец <i>A. ballerus</i>	+	—	—
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	++	+	+
Жерех <i>Aspius aspius</i>	+	+	—
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	+	+	+
Карась <i>Carassius carassius</i>	+	+	—
Пескарь <i>Gobio gobio</i>	+	+	—
Язь <i>Leuciscus idus</i>	+	++	+
Елец <i>L. leuciscus</i>	+	+	+
Головль <i>L. cephalus</i>	+	+	—
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	+++	+	—
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	+++	+++	+++
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	—	—
Налим <i>Lota lota</i>	+	+	+
Колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i>	—	—	+
Окуни <i>Perca fluviatilis</i>	++	++	+++
Ерш <i>Gymnocephalus cernua</i>	+++	+++	+++
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	+++	+	+
Берш <i>S. volgense</i>	++	—	—
Подкаменщик <i>Cottus gobio</i>	—	—	+
Всего видов:	23	20	16

\* Чехонь и жерех отмечены в озере Кубенское 2002 – 2004 гг.

Таблица 2

## Паразиты рыб Кубенского озера

№ п/п	Вид паразита	Рыбы											
		нельмушка	нельма	щука	лещ	у克莱ка	густера	язь	плотва	налим	ерш	судак	окунь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Protista												
1.	<i>Glugea hertwigi</i>	+											+
2.	<i>G. luciopercae</i>												
3.	<i>Thelohania baueri</i>	2+	2+										
4.	<i>Myxidium lieberkuehni</i>			2+									
5.	<i>Myxosoma dujardini</i>			3+				2+					
6.	<i>Myxobolus bramae</i>					2+							
7.	<i>M. cybinae</i>		+										
8.	<i>M. sandrae</i>											2+	
9.	<i>M. magnus</i>											2+	
10.	<i>M. ellipsoïdes</i>					2+		2+					
11.	<i>Henneguya zshokkei</i>		2+										
12.	<i>H. ovipera</i>			2+								+	
13.	<i>H. creplini</i>			+								+	
14.	<i>H. lobosa</i>			+									
15.	<i>Hemiphryns branchiarum</i>								+		+	+	
16.	<i>Chilodonella sp.</i>											+	
17.	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>											+	
18.	<i>Capriniana piscium</i>		+										
19.	<i>Apiosoma campanulatum typica</i>		+										
20.	<i>A. baueri</i>		+										
21.	<i>A. sp.</i>												+
22.	<i>Trichodina rectangli rectangli</i>		+										
23.	<i>Tripartiella copiosa</i>		+										
24.	<i>Trichodinella lotae</i>										+		
25.	<i>Dermocystidium salmonis</i>		+										
26.	<i>D. vejvodskyi</i>			+									
27.	<i>D. percae</i>												+
28.	<i>D. sp.</i>								+				
	Monogenea												
29.	<i>Dactylogyrus sphaerurus</i>								+				
30.	<i>D. similis</i>								2+				
31.	<i>D. auriculatus</i>				+								
32.	<i>D. amphibothrium</i>										3+		
33.	<i>D. falcatus</i>				+								
34.	<i>D. minor</i>					+							

## Продолжение табл. 2

35.	<i>D. wunderi</i>			+				
36.	<i>D. parvus</i>			2+				
37.	<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>							2+
38.	<i>Tetraonchus monenteron</i>		3+					
39.	<i>Gyrodactylus lucii</i>	+						
40.	<i>G. cernuae</i>						+	
41.	<i>G. luciopercae</i>						+	
42.	<i>G. sp.</i>	+						
43.	<i>Diplozoon paradoxum</i>			+	2+	2+	+	
44.	<i>Discocotyle sagittata</i>	+						
	Cestoda							
45.	<i>Caryophyllaeus laticeps</i>			+		+		+
46.	<i>C. simbriceps</i>			2+				
47.	<i>Caryophyllaeides fennica</i>	+	+			+		
48.	<i>Triaenophorus nodulosus</i>	+	+	3+			2+	+
49.	<i>T. crassus</i>	3+	2+	3+				+
50.	<i>Eubothrium rugosum</i>						3+	
51.	<i>E. crassum</i>	+						
52.	<i>Diphyllothorium latum</i> (pl.)			+			+	+
53.	<i>D. sp</i> (pl.)	+						
54.	<i>Ligula intestinalis</i> (pl.)			+	+	+		
55.	<i>Cyathocephalus truncatus</i>			+			2+	
56.	<i>Proteocephalus exiguum</i>	2+	2+					
57.	<i>P. percae</i>						2+	+
58.	<i>P. cernuae</i>						2+	+
59.	<i>P. torulosus</i>			+	2+	+	+	
60.	<i>Neoglyporhynchus cheilancristrotus</i> (L.)							+
	Trematoda							
61.	<i>Sanguinicola volgensis</i>				+	+		+
62.	<i>Bunocotyle cingulata</i>							+
63.	<i>Asymphylodora tincae</i>			+				
64.	<i>A. demili</i>						+	
65.	<i>A. imitans</i>			+				
66.	<i>Parasymphylodora parasyquamosa</i>						+	
67.	<i>Crepidostomum farionis</i>	+						
68.	<i>Bunodera luciopercae</i>	+	+	+			2+	+
69.	<i>Phyllodistomum folium</i>			+	+	+		+
70.	<i>Ph. angulatum</i>							+
71.	<i>Ph. conostomum</i>	+	+					
72.	<i>Azygia lucii</i>	+	2+					+
73.	<i>A. mirabilis</i>	+	+					+
74.	<i>A. robusta</i>	+						
75.	<i>Allocreadium isoporum</i>			+		2+		

Продолжение табл. 2

76.	<i>Nicolla skrjabini</i>							+	+
77.	<i>Sphaerostomum bramae</i>			+	+		+		
78.	<i>S. globiporum</i>						+	+	
79.	<i>Bucephalus polymorphus</i> (met.)	+		+				+	
80.	<i>Rhipidocotyle campanula</i> (met.)	+							
81.	<i>Echinochasmus</i> sp. (met.)	+							
82.	<i>Diplostomum volvens</i> (met.)		+				+	2+	+
83.	<i>D. commutatum</i> (met.)	+		+	+	2+	+	+	+
84.	<i>D. gavium</i> (met.)	+		+			+		
85.	<i>D. helveticum</i> (met.)	+	+	+	+		+	2+	+
86.	<i>D. mergi</i> (met.)		+	+			+	+	
87.	<i>D. pungitii</i> (met.)					2+		+	+
88.	<i>D. spathaceum</i> (met.)		+	+	+	+	2+	+	+
89.	<i>Tylocephalus clavata</i> (met.)	+	+	+		+	+	+	+
90.	<i>T. podicipina</i> (met.)		+					+	+
91.	<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i> (met.)	2+	+	+	2+	+	+	+	+
92.	<i>I. variegatus</i> (met.)	2+	2+	+	2+	2+	3+	2+	3+
93.	<i>I. pileatus</i> (met.)	2+	2+	+	2+	+	+	+	+
94.	<i>I. erraticus</i> (met.)		+	2+					
95.	<i>Apatemon annuligerum</i> (met.)	+		+	+				+
96.	<i>Paracoenogonimus ovatus</i> (met.)	+		+	+		+		+
97.	<i>Metorchis xanthosomus</i> (met.)	+		2+		3+	2+	2+	
	Nematoda								
98.	<i>Capillaria tomentosa</i>				+	+	+	+	
99.	<i>Hepaticola petruchewskii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
100.	<i>Cystidicola farionis</i>		+						
101.	<i>Desmidocerella</i> sp. (l.)			+	+		+		2+
102.	<i>Camallanus lacustris</i>	+	+	+	+		+	2+	+
103.	<i>C. truncatus</i>	+	+	+			+		2+
104.	<i>Esocinema bohemicum</i>			+					
105.	<i>Philometra obturans</i>			+				+	+
106.	<i>Ph. rishta</i>				+				
107.	<i>Ph. ovata</i>				+				
108.	<i>Ph. abdominalis</i>				+				
109.	<i>Porrocaecum reticulatum</i> (l.)					+	+	+	
110.	<i>Raphidascaris acus</i>	+	+	+		2+	+	2+	+
111.	<i>Contracaecum microcephalum</i> (l.)			+				+	
	Acanthocephala								
112.	<i>Neoechinorhynchus crassus</i>	+							
113.	<i>Pseudoechinorhynchus borealis</i>					+		+	+
114.	<i>Metechinorhynchus salmonis</i>		2+						
115.	<i>Acanthocephalus anguillae</i>			+	+	3+	+		+
116.	<i>A. lucii</i>			+	+	+	+	+	+
	Hyrudinea								

## Окончание табл. 2

117.	<i>Cystobranchus mammillatus</i>										+		
118.	<i>Piscicola geometra</i>		+	+	+				+	+		+	+
	Bivalvia												
119.	<i>Margaritifera margaritifera</i> (gl.)	+	+										
120.	<i>Unio (U.) rostratus</i> (gl.)				+								
121.	<i>U. (U.) pictorum</i> (gl.)										+		
122.	<i>U. (U.) conus</i> (gl.)											+	
123.	<i>Pseudanodonta cleitti</i> (gl.)			+					+				
124.	<i>P. complanata</i> (gl.)										+		
125.	<i>Anodonta cygnea</i> (gl.)			+	+						+	+	
126.	<i>A. stagnalis</i> (gl.)									+	+	+	+
127.	<i>Colletopteron piscinale</i> (gl.)					+			+	+	3+		+
	Crustacea												
128.	<i>Ergasilus briani</i>				+	+		2+	2+	+			+
129.	<i>E. sieboldi</i>		+	2+	+	+	+		+	+		+	+
130.	<i>Lernaea esocina</i>					+							
131.	<i>L. elegans</i>					+		+					
132.	<i>Achtheres percarum</i>				+						3+		+
133.	<i>Trachelastes polycolpus</i>					+				+			
134.	<i>Argulus foliaceus</i>			+	+	+			+	+		+	+
135.	<i>A. coregoni</i>				+								
	Acarina												
136.	<i>Porohalacarus hydrachnoides</i>											+	
137.	<i>p. Hydrachna</i>										+		
138.	<i>p. Arrhenurus</i>										+		
	Fungi												
139.	<i>Saprolegnia</i> sp.						3+						
	ИТОГО:	28	35	49	46	13	11	23	39	18	28	54	37
												9	

Примечание:

+ — зараженность до 10%;

2+ — зараженность до 40%;

3+ — зараженность более 40%.

Таблица 3

**Список гельминтов чайковых птиц Кубенского озера**  
 (экстенсивность заражения: + - менее 10%, ++ - от 10 до 25%,  
 +++ - от 25 до 50%, ++++ - более 50%)

Вид	Чайка озерная	Чай- ка сизая	Чайка сереб- ристая	Чай- ка ма- лая	Крач- ка реч- ная	Крач- ка чер- ная
<b>Cestoda</b>						
1. <i>Ligula intestinalis</i>			+++			
2. <i>Paricterotaenia porosa</i>	+++	+++	+++	++	+	++
3. <i>P. dodecantha</i>	+	+		++		
4. <i>P. inversa</i>	+					
5. <i>P. sternina</i>					+	
6. <i>Anomotaenia larina</i>	+					
7. <i>Aploparaksis larina</i>	+	++	++	+		
8. <i>A. sovieticus</i>	+	+		+		
9. <i>Wardium fusa</i>	+	++	++			
10. <i>W. spasskii</i>		+		+++	+	++
<b>Trematoda</b>						
11. <i>Clinostomum complanatum</i>	+	+				
12. <i>Echinostoma revolutum</i>	+	+				
13. <i>Echinopariphium recurvatum</i>	+	+				
14. <i>E. aconiatum</i>						+
15. <i>Echinochasmus mordax</i>			+			
16. <i>Mesorchis pseudoechinatus</i>	+	++			+	
17. <i>M. denticulatus</i>				+		
18. <i>Plagiorchis elegans</i>	++	++	++	+++	++	+
19. <i>P. laricola</i>	+	++	++	++		++
20. <i>P. maculosus</i>	+		+		+	
21. <i>Microphallus excelleus</i>			+			
22. <i>Prostihonimus ovatus</i>	+	+				+
23. <i>Tanaisia fedtschenkoi</i>	+	+	++	+++	+	++
24. <i>Metorchis xanthosomus</i>	+	+	++			++
25. <i>Pachytrema calculus</i>	+				+	
26. <i>Apophallus muehlingi</i>		+	++			
27. <i>Cryptocotyle concavum</i>			+		+	
28. <i>C. lingua</i>	+					+
29. <i>Knipowitschiatrema nicolai</i>			+			
30. <i>Tetracladium sternae</i>					+	
31. <i>Renicola lari</i>	+	+	++	++	+	++
32. <i>R. paraquinta</i>	+	+			+	
33. <i>R. sp.</i>				+		

Продолжение табл. 3

34. <i>Diplostomum chromatophorum</i>	+	+	+			
35. <i>D. commutatum</i>	+	+	++	+	+	++
36. <i>D. helveticum</i>	+	+	+	+	+	
37. <i>D. spathaceum</i>	+++	++	+++	++	+	
38. <i>D. volvens</i>	+	+	+			
39. <i>D. sp. 1</i>		+	+			
40. <i>Strigea falconis</i> (L.)	+			+	+	
41. <i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	+	+	++			
42. <i>I. pileatus</i>	+	+		+	+	++
43. <i>I. platycephalus</i>	+	+	++	+	+	
44. <i>I. variegatus</i>	+	++	+		+	
45. <i>I. sp.</i>			+		+	
<b>Nematoda</b>						
46. <i>Thominx anatis</i>	+	++	++	++	+	++
47. <i>Th. contorta</i>	+++	+++	++++	++++	+	++
48. <i>Tetrameres skribini</i>			+	+		
49. <i>Paracuaria tridentata</i>	+	+	+			
50. <i>Rusguniella elongata</i>		+		+		+
51. <i>Cosmocephallus obvelatus</i>				+		
52. <i>Contracecum spiculigerum</i>		+	++		+	
53. <i>C. rudolphi</i>	+	+	++			
54. <i>Porrocaecum ensicaudatum</i>			+	+		
55. <i>Nematoda gen. sp.</i>				+		
Всего видов		34	34	33	24	23
						15

Таблица 4

**Список гельминтов рыб озер Кубенское и Воже, развивающихся в птицах (экстенсивность заражения: + - менее 10%, ++ - 10 – 25%, +++ - 25 – 50%, +++++ - более 50%)**

Вид	Кубенское озеро (22 вида)	Озеро Воже (19 видов)
<b>Cestoda</b>		
1. <i>Ligula intestinalis</i>	Лещ (+), густера (+), плотва (+)	Лещ (+), густера (+), плотва (+)
2. <i>Neogryporhynchus cheilancristatus</i>	Окунь (++)	
<b>Trematoda</b>		
3. <i>Echinocasmus sp.</i>	Нельмушка (+)	
4. <i>Diplostomum commutatum</i>	Нельмушка (+), щука (+), лещ (+), уклей (+), густера (++) , плотва (+), язь (+), окунь (+), судак (+)	
5. <i>D. gavium</i>	Нельмушка (+), лещ (+), плотва (+), налим (++) , окунь (+), судак (+)	Ряпушка (+), снеток (+), лещ (+), уклей (+), плотва (+), язь (+), налим (+), окунь (++) , ерш (+)
6. <i>D. helveticum</i>	Нельма (+), нельмушка (+), щука (+), лещ (+), плотва (+), налим (++) , ерш (+), окунь (+), судак (+)	Ряпушка (+), снеток (+), лещ (+), уклей (+), плотва (+), язь (+), окунь (++)
7. <i>D. mergi</i>	Щука (+), лещ (+), плотва (+), язь (+)	Густера (+), язь (+), окунь (+)
8. <i>D. pungitii</i>	Язь (++) , ерш (+), окунь (+)	Окунь (+)
9. <i>D. spathaceum</i>	Щука (++) , лещ (+), густера (++) , плотва (+), язь (++) , налим (+), окунь (+)	Лещ (+), плотва (+), язь (++)
10. <i>D. volvens</i>	Щука (+), плотва (+), налим (++) , ерш (+), окунь (+), судак (+)	Окунь (+)
11. <i>Tylocephalus clavata</i>	Нельмушка (+), щука (+), лещ (+), плотва (+), язь (+++), ерш (+), судак (+)	Лещ (+), плотва (+), язь (+), окунь (+)
12. <i>T. podicipina</i>	Нельмушка (+), щука (+), налим (+), окунь (+)	Сиг-пъжьян (+), щука (+), лещ (+), густера (+), язь (+), окунь (++)
13. <i>Apharyngostrigae cornu</i>		Густера (+), язь (+), окунь (+)
14. <i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	Нельма (+), нельмушка (+), судак (+)	Сиг-пъжьян (+), ряпушка (+), снеток (+), ерш (+)
15. <i>I. pileatus</i>	Нельма (++) , нельмушка (++) , щука (+), лещ (+), уклей (+), густера (++) , плотва (+), ерш (+), окунь (+), судак (+)	Лещ (+), ерш (+), окунь (+)

16. <i>I. platycephalus</i>	Нельма (+), нельмушка (++) , щука (+), лещ (++), уклей (+), густера (+), плотва (+), ерш (+), окунь (+), судак (+)	Ряпушка (+), щука (+), лещ (+)
17. <i>I. variegatus</i>	Нельма (++) , нельмушка (+++), щука (+), лещ (+++), уклей (++), густера (+++), плотва (++), голавль (+), язь (+++), ерш (++++), окунь (++++), судак (++++)	Снеток (+), щука (+++), лещ (++), уклей (++), густера (+), плотва (++), язь (+), налим (+), ерш (+++), окунь (++++), судак (++++)
18. <i>Apatemon annuligerum</i>	Нельмушка (+), щука (+), лещ (+), окунь (+), судак (+)	Щука (+), налим (+)
19. <i>Paracoenogonimus ovatus</i>	Нельмушка (+), щука (+), лещ (+), плотва (+), судак (+)	Щука (+), лещ (+), плотва (+), язь (++), налим (+), ерш (++), окунь (+)
20. <i>Metorchis xanthosomus</i>	Нельмушка (+), лещ (+++), густера (+++), плотва (++), язь (+++), ерш (+), судак (+), окунь (+)	Лещ (+), уклей (+), густера (+), язь (++++), плотва (++)
<b>Nematoda</b>		
21. <i>Desmidocercella sp.</i>	Лещ (+), плотва (+), окунь (+), судак (++)	Ряпушка (+), щука (+), лещ (+), плотва (+), налим (+), ерш (+), окунь (++)
22. <i>Contracaecum microcephalum</i>	Щука (+), налим (+)	Щука (+)
23. <i>Porrocaecum reticulatum</i>	Язь (+), судак (+), налим (+)	

### Научное издание

Радченко Нелли Михайловна  
Шабунов Алексей Александрович

### Антропогенное воздействие на экосистему озера Кубенское Монография

Редактор И.Т. Куликова

Подписано к печати 2.10.2008. Формат 60 × 84/16. Печать офсетная.  
Уч.-изд.л. 5,0. Тираж 100 экз. Заказ 495

Отпечатано: РИО, ВоГТУ 160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15