

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГОУ ВПО «КГТУ»)

КАФЕДРА ИХТИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Зав. кафедрой
проф., д-р биол. наук
С.В.Шибает

Допущена к защите:
декан факультета биоресурсов и
природопользования
доц., канд. биол. наук

К.В.Тылик

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДА
МЕТОДАМИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЛЮСКОВ**

Дипломная работа
по специальности 020801.65 – Экология
Пояснительная записка
ДР 11.020801.65.711

Научный руководитель
доц., канд. биол. наук
С.А.Уманский
Нормоконтролер
ст. преподаватель
Т.С.Гулина

Работу выполнил
студент гр. 02-ЭЭ
Д.В.Манаков

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 60 с., 6 рис., 22 табл., 32 источника, 1 прил.

МОЛЛЮСКИ, БЕНТОС, МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫЕ, БИОИНДИКАЦИЯ, САПРОБНОСТЬ, КАЧЕСТВО ВОД, ФОРЕЛЕВОЕ ОЗЕРО, ВЕРХНЕЕ ОЗЕРО, БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД, БИОИНДИКАЦИЯ ПО МОЛЛЮСКАМ.

Объектом исследования является фауна моллюсков озера Верхнее и Форелевое.

Цель работы – оценить возможность биологической индикации качества вод с использованием фауны моллюсков на примере некоторых водных объектов города.

В процессе работы проводилось исследование моллюсков озера Форелевое и Верхнее качественными методами с бальной оценкой степени их обилия в прибрежной зоне до глубины в 0,5 м, а также рассчитывался индекс сапробности по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека с последующим сопоставлением результатов с оценками качества вод по другим методикам с использованием комплексной классификации качества поверхностных вод. Использовались литературные сведения по рассматриваемым водоемам.

В результате исследований установлено, что моллюски могут дать только общую характеристику качества вод в водоемах, и могут быть успешно применены только для рекогносцировочной оценки общего экологического состояния, а также типизации водоемов.

ABSTRACT

Degree work 60 p., 6 fig., 22 tab., 32 sources, 1 ann.

MOLLUSCS, BENTHOS, BIOINDICATION, QUALITY OF WATERS, FORELEVOE LAKE, THE VERKHNEE LAKE, BIOINDICATION OF QUALITY OF WATERS, BIOINDICATION ON MOLLUSCS.

Object of research is the fauna of Molluscs of lake Verkhnye and Forelevoe.

The purpose of work - to estimate an opportunity of a way of biological indication of quality of waters with use of fauna of Molluscs by the example of some water objects of city.

During work carried out research of Molluscs of lake Forelevoe and Verkhnye (qualitative methods with a ball estimation of a degree of their abundance in a coastal zone up to depth in 0,5 m), and also saprobes rate on method Pantle and Bykk in updating Sladечek. The received results were checked by other methods with use of complex classification of quality of superficial waters. Literary data on considered reservoirs were used.

As a result, of researches it is established, that Molluscs can give only a general characteristic of quality of waters in reservoirs, and can be successfully applied only for an estimation of the general ecological condition, and also typification of reservoirs.

ЗАДАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	2
Задание.....	4
Введение	6
1. Физико-географическая характеристика.....	7
1.1. Климат	7
1.2. Ландшафты окрестностей водоемов.....	9
1.3. Гидрография и место в ней исследуемых водоемов	10
2. Материал и методика	13
3. Биоиндикация с использованием моллюсков	17
5. Характеристика водоемов.....	20
5.1. Происхождение, хозяйственное значение и использование водоемов	20
5.2. Форелевое озеро	21
5.2.1. Морфометрическая характеристика	21
5.2.2. Водосборная площадь и источники питания	23
5.2.3. Береговая зона.....	24
5.2.4. Гидрохимическая характеристика	25
5.2.5. Гидробиологическая характеристика	27
5.3. Верхнее озеро.....	28
5.3.1. Морфометрическая характеристика	28
5.3.2. Водосборная площадь и источники питания	30
5.3.3. Береговая зона.....	32
5.3.4. Гидрохимическая характеристика	33
5.3.4. Гидробиологическая характеристика	34
5.4. Сопоставление водоемов	35
5.5. Современное экологическое состояние.....	36
6. Результаты исследования.....	39
6.1. Фауна моллюсков озера Форелевое.....	39
6.2. Фауна моллюсков озера Верхнее	41
6.3. Сопоставление обитающих моллюсков в водоемах	46
6.4. Экологическая характеристика найденных моллюсков	48
6.5. Оценка качества вод с использованием моллюсков	50
Выводы	56
Список использованных источников.....	57
Приложение Сводная таблица расчетных расходов воды.....	60

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе анализируется возможность использования пресноводных моллюсков для биологического анализа вод на примере двух целевых водоемов: озеро Форелевое и Верхний пруд.

Цель работы - оценить возможность, биологической индикации качества вод с использованием моллюсков на примере озера Форелевое и Верхнее.

Задачи работы: описать рассматриваемые водоемы, оценить общую экологическую ситуацию; дать характеристику обитающих моллюсков; описать индикационные особенности обнаруженных видов; сопоставить видовой состав, обилие моллюсков с экологическим состоянием избранных водоемов (оценить сапробность); выяснить возможность использования пресноводных моллюсков для индикации качества вод, общего экологического состояния водоемов

Актуальность данных исследований обосновывается ухудшающимся состоянием водоемов, особенно городских, а также экономической важностью водных ресурсов. Помимо этого, назрела потребность в мониторинге водной среды, для принятия адекватных управленческих решений по регулированию качества водных ресурсов и среды в целом. При общем недостаточном финансировании мониторинга, не охваченности мониторингом водных объектов, потребности в интегральных рекогносцировочных и экспресс методиках - биологические методы оценки выходят на первый план, в частности с использованием такого, относительно статичного компонента гидробиоценозов, как бентос и, в частности, моллюски.

Выбор озера Форелевое обосновывается тем, что это относительно чистый, крупный и глубокий для регионального масштаба водоем карьерного типа, который находится за пределами города и имеет незначительный водосбор. Верхний пруд был выбран как противоположности предыдущему - мелководный и заиленный, достаточно крупный, русловой, исторический, находящийся в центре города водоем с сильно преобразованным водосбором. Немаловажную роль сыграло наличие данных других исследователей по этим водоемам.

Преимуществами метода оценки вод по моллюскам могут быть: интегральность характеристик, дешевизна, не нужно использовать дорогие аналитические приборы и брать их в поле, экспресс метод диагностики. Недостатки метода: общий, рекогносцировочный подход; трудность интерпретации результатов; многопричинность результата исследования; необходимость в квалифицированном эксперте.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Климат

Рассматриваемые водоемы находятся в пределах административной границы Калининграда, поэтому климатическая характеристика города будет соответствовать таковому указанных водоемов.

Климат Калининграда переходный между морским климатом Западной Европы и континентальным климатом Восточной Европы и Азии. Он характеризуется очень мягкой зимой, часто без устойчивого снежного покрова, относительно холодной весной, умеренно теплым летом, и теплой дождливой осенью.

Наиболее характерная черта климата Калининграда - непостоянство погоды, что обусловлено чередованием влажных морских и континентальных воздушных масс, а также перемещением циклонов и антициклонов. В течение года район Калининграда оказывается под воздействием 57 циклонов и 47 антициклонов. Непосредственное влияние Балтийского моря проявляется лишь в узкой прибрежной полосе и на местном уровне на город характерного влияния не оказывает, однако общая близость моря задает характерные особенности климата.

Общий приход суммарной солнечной радиации за год составляет 3400 мДж/м². Приход солнечного тепла снижен на 40% в связи с большой облачностью.

Температура воздуха в Калининграде выше средней для широты 55 градусов на 7-9 зимой, и на 2-3 °С летом. Наиболее холодным месяцем, в среднем, является январь, февраль на 0,4 °С теплее. Температура самого теплого месяца - июля, в среднем, на 0,6 °С выше, чем в августе. По абсолютному минимуму температуры воздуха в Калининграде лишь два месяца без отрицательных температур - июль и август. Абсолютный максимум температуры воздуха достигал 35-36 °С. Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха наиболее велика зимой и составляет в январе 2,5 °С, в августе она уменьшается в 2 раза.

Среднее годовое атмосферное давление в Калининграде 1012 гектопаскалей (гПа) или 759 мм ртутного столба (высота барометра 21 м над уровнем моря). Пределы изменчивости давления за многолетний период наиболее велики в декабре: абсолютный максимум 1048,4, абсолютный минимум 962,0 гПа. Междусуточные колебания давления около 15% дней составляют 10 гПа, в зимнее время при быстром передвижении циклонов они превышают 20-30 гПа.

Ветер в Калининграде - явление обычное. Преобладают ветры западных и юго-западных направлений (их повторяемость – 35 % все случаев), а также южные и юго-

восточные (25 %). Наибольшей скоростью характеризуется западный ветер, зимой средняя скорость его 5,5 м/с. Годовая скорость ветра небольшая - 3,7, сильный ветер со скоростью более 8 м/с отмечается 91 день в году. Непрерывная продолжительность скорости ветра определенных значений составляет, в среднем, около 24 часов.

Влажные воздушные массы, поступающие с Атлантического океана, обуславливают высокую относительную влажность воздуха, которая зимой и осенью достигает 85-87 %, снижаясь к началу лета до 72-73 %. Сухие дни, когда относительная влажность составляет 50 %, наблюдаются, как правило, в апреле-июне. Высокая влажность воздуха и большая облачность заметно сказываются на уменьшении светового режима.

В течение года в городе отмечается 150 пасмурных и только 30 ясных дней. Наибольшее число пасмурных, без солнца, дней наблюдается в ноябре - январе, в среднем их число составляет 18-20 дней. В целом влажная погода с положительной температурой воздуха и относительной влажностью более 70 % повторяется в 62 % всех дней в году.

В Калининграде выпадает в среднем за год 700 мм осадков, наблюдается свойственное морскому побережью превышение осенних осадков над весенними. Значительная часть осадков выпадает в смешанном виде - снег с дождем, мокрый снег, твердые осадки преобладают только в январе-феврале. Количество осадков, выпадающих в отдельные годы, изменяется в широких пределах. В среднем за год 183 дня с осадками. По сравнению с окрестностями в Калининграде количество осадков увеличено на 50-100 мм, в основном за счет осадков, выпадающих в теплое время года. В зоне избыточного увлажнения, к которой относится Калининград, большую часть года испаряется значительно меньше воды, чем выпадает осадков. Однако в апреле - июне испарение превышает осадки, создаются условия дефицита влаги в почве.

Снежный покров в Калининграде в среднем отмечается 68 дней в году. Обычно он появляется в ноябре, но период его залегания неустойчив - он может быстро растаять. В среднем один год из трех не имеет устойчивого снежного покрова. Метели обычно образуются при температуре воздуха 0-10 °С и скорости ветра 6-13 м/с. В среднем за сезон наблюдается 16 дней с метелью, 30 % из них приходится на февраль.

Вся вышеуказанная климатическая специфика определяет густую гидрографическую сеть и обилие водоемов димектического типа (двойное перемешивание вод - весной и осенью), со значительным периодом покрытия льдом, а также незначительным прогревом водных масс. Переменный режим ветров может оказывать значительное влияние, посредством разнонаправленных волнений, а также

ветровых течений в водоемах. Колебания температуры, интенсивности и направлений ветра, жидкие осадки в зимний период, определяют нестабильность ледостава, водности водотоков (паводки) /29/.

1.2. Ландшафты окрестностей водоемов

Водосбор озера Верхнее расположен в пределах ландшафта волнистой и слабовсхолмленной равнины на валунных (моренных) супесях, суглинках и глинах, естественно и искусственно дренируемых с преобладанием сельскохозяйственных земель не дерновых грунтово-оглеенных и дерново-глеевых почвах, а также с застроенными территориями. В геоморфологическом отношении озеро Верхнее приурочено к болотно-озерной и озерно-ледниковой равнине с абсолютными отметками поверхности от 20,0 до 24,5 м в Балтийской системе высот. В пределах изученной глубины, разведочным бурением под проект очистки озера, выделены отложения четвертичного возраста, это современные отложения представленные техногенными образованиями из насыпного грунта, сложенного суглинком и супесью, мощностью 1,2; а также озерно-болотными отложениями из торфа и супеси, мощностью 0,8-1,2 м. Также установлены верхнечетвертичные отложения, которые представлены озерно-ледниковыми отложениями из суглинка бурого, серого, туго- и мягко-пластичного с включениями гальки и гравия до 3 %, мощностью 1,2-2,4 м, из песка серого мелкого и крупного, водонасыщенного, средней плотности, мощностью 0,5-0,8 м; а также ледниковыми отложениями из суглинка серого, полутвердого с включениями гальки и гравия до 5 %, мощностью 1,4-3,8 м. Четвертичные отложения в окрестностях Верхнего пруда, так же представлены мореной (валунным суглинком).

Озеро Форелевое находится непосредственно на побережье в 50-200 м от Ушаковского залива (часть Вислинского залива) за отделяющей его дамбой в пределах террасированной плоской или волнистой равнины на морских песках, естественно и искусственно дренируемых с преобладанием сосняков на подзолистых и дерново-подзолистых железистых иллювиально-гумусовых почвах.

Исследуемый водоем образовался на месте бывшего песчано-гравийного карьера. По существу, он представляет собой два различных водоема, соединяющихся между собой проливом. Каналом, на котором сохранился разрушенный шлюз – регулятор открытого типа, озеро связано с Калининградским заливом. Озеро входит в систему, включающую еще несколько более мелких водоемов карьерного типа.

В пределах, указанного выше типа ландшафта располагается и прилегающая часть водосбора к озеру. Однако, другая часть водосбора, которая расположена на

некотором удалении от водоема к востоку. Она относится к слабоволнистым и плоским переувлажненным равнинам и низинам, на преимущественно безвалунных песках, супесях, суглинках и глинах, часто перекрытых маломощным слоем торфа с преобладанием сельскохозяйственных земель на дерново-глеевых почвах, а также широколиственно-еловых, еловых лесов и черноольшатников на дерново-глеевых и торфянисто-подзолисто-глеевых почвах /6,16,29/.

1.3. Гидрография и место в ней исследуемых водоемов

Территория города Калининграда для гидрографической характеристики может быть обособлена в отдельный район, водные объекты, которого могут быть выделены в самостоятельную группу, по следующему ряду причин:

Большинство водных объектов - искусственного происхождения, исторические, сильно преобразованы человеком; гидрографическая сеть во многом создана искусственно, водосборные площади водотоков высоко урбанизированы, водные объекты заключены в гидротехнические сооружения и связаны ими.

На водные объекты города оказывается значительное антропогенное воздействие, во многом негативное, из-за чего в них складываются особые экологические условия, характеризующиеся неблагоприятными условиями обитания гидробионтов и динамичностью факторов среды, периодическими и коренными преобразованиями водных объектов /4/.

Многие водные объекты имеют целевое назначение и используются для питьевых, санитарно-бытовых, рыбохозяйственных и прочих нужд. На них поддерживается особый режим водопользования.

Городской рельеф, а главным образом, микрорельеф отличается высокой динамичностью, что создает высокое разнообразие временных и малых водных объектов, различного периода существования (рис.1). Поэтому, следует говорить о гидротехнической системе города и о санитарно-экологическом состоянии вод в ней.

В пределах административной границы города расположены следующие водные объекты /4,6/:

- 1) часть Вислинского залива, в том числе залив Ушаковский и Калининградский морской канал, с прилегающими заболоченными берегами и низинами;
- 2) река Преголя, разветвляющаяся на два рукава - Новая Преголя, Старая Преголя с прилегающей частью заболоченной поймы, русловая часть которой

преобразованная портовым строительством и образует целый комплекс акваторий - гаваней;

3) водотоки разного происхождения и антропогенной преобразованности (реки - Лесная, Лаковка, Товарная; ручьи - Восточный, Парковый, Северный, Молодежный, Гагаринский, Литовский, Дальний, Борисовский, Воздушный, Нескучный, Лесной, Голубой);

4) водоемы разного типа, происхождения и использования (пруды - Держинец, Исаковский, Мельничный, Гвардейский, Верхний, Нижний, Западный, Филиппов, Нескучный, Школьный; карьеры - Голубое Ближнее (Форелевое, карьер Прибрежный), Голубое Дальнее, Шенфлиз, Карповское, Белое, Пелавское, силикатного завода в пос.А.Космодемьянского, карьеры по ул. Нансена; фортификационные - озера Парка им. 40-летия ВЛКСМ и еще около 20 водоемов - рвов двух оборонительных колец города; прочие – Летнее, Батальное, Лесное, Хлебное;

5) каналы (ЛАН-1, ЛАН-2, К-1, питьевой канал).

Следует отметить, что существует некоторый беспорядок в названиях водных объектов и часто один и тот же водоем имеет несколько названий, в том числе данное местными жителями и коренным образом отличающееся от топографических названий.



Рис.1. Водные объекты Калининграда

Таким образом, оба исследуемых водоема искусственные, Верхний пруд расположен в центре города и испытывает сильную антропогенную нагрузку, а Форелевое находится на окраине города и подвергается сравнительно меньшему антропогенному воздействию. Оба водоема расположены в пределах городской агломерации - как особого типа ландшафта со специфическими, часто негативными экологическими условиями. Озеро Верхнее является водоемом с избыточным осадконакоплением, озеро Форелевое не имеет столь сильной тенденции к осадконакоплению. Верхнее озеро находится в относительно возвышенном участке города, в то время как Форелевое в низине у заливного побережья. Все это определяет специфику локальных условий данных водоемов.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данная работа строится на материалах собственных сборов моллюсков на рассматриваемых водоемах с использованием литературных и проектных материалов описывающих среду обитания моллюсков, дающих гидробиологическую характеристику, а также характеризующих моллюсков. Привлекались методики оценки качества и классификации природных вод.

Весь собственный, собранный материал моллюсков представлен качественными пробами (рис.2). Материал фауны моллюсков был собран в озере Форелевое на 8 станциях 20.05.06, 24.06.06, 09.09.06 с использованием стандартного гидробиологического скребка с длиной лезвия 20 см, средним диаметром ячеек около 1 мм /8/. Станции были намечены в местах массового скопления моллюсков, характерных участках побережья, а также неподалеку от удобных ориентиров (табл.1). Сборы проводились до глубины 0,5 м и фиксировались тузлуком (концентрированный раствор поваренной соли) по методике Р.Н.Буруковского, позволяющей сохранить от разложения известковые и роговые образования моллюсков.

Материал моллюсков был собран также в озере Верхнее 02.09, 13.11, 09.12, 29.12.06 и 07.01, 09.01.07 на 19 станциях (табл.2). Так как сборы проводились во время спуска пруда при его очистке, то работы велись на осушенной береговой зоне до глубин 1 - 1,5 м от прежнего уровня воды. Сборы велись вручную в местах массового скопления двустворчатых моллюсков, а также на участках развитой заросли гелофитов (тростника) - в самой заросли. Участки, преобразованные техникой при очистке пруда не учитывались, предпринимались попытки исследовать осушенную береговую зону до ее «затаптывания» жителями.

Соответствие раковинных сборов реальному распределению моллюсков в водоеме до осушения строилось на предположении, что в мелководной зоне при резком спуске уровня воды большая часть брюхоногих моллюсков погибла в заросли гелофитов где и обитала, оставив там свои раковины. Для двустворчатых моллюсков - предполагалось, что большая часть особей при резкой сработке уровня пруда и низких температурах, не смогла мигрировать в более глубокие участки пруда, которые были занесены грязными илами и были непригодны для их обитания (илы хорошо просматривались сквозь воду - двустворчатых моллюсков обнаружено не было). Таким образом, двустворчатые моллюски остались в пределах своих местообитаний (танатоценозов) в виде линейных скоплений маркирующих временные останки

низкого уровня. Общее обилие и развитость танатоценозов можно было установить по обилию и скоплениям ракуши моллюсков на мелководьях водоема.

Из водоема собранная ракуша была представлена тремя группами: сборы раковин брюхоногих моллюсков из зарослей гелофитов, прежде всего тростника; сборы раковин живых и недавно умерших двустворчатых моллюсков из танатоценозов; сборы и сведения осмотров захороненной ракуши в местах размыва грунтов, прикопок грунтов, а также «свежих» выбросов раковин неподалеку от работающих земснарядов по очистке озера. Разделение раковин недавно умерших моллюсков от раковин с характерными следами переработки и разрушения производилось визуально с подразделением их на отделенные от живых, от недавно умерших, а также давно умерших - субфоссильные (захороненных в отложениях, но еще не ставших ископаемыми) раковины. Моллюски определялись до вида по признакам раковины с использованием широко-распространенных определителей /8,26,27/. Для уточнения определения прудовиков и некоторых гастропод использовались специализированные определители /11,32/. В отношении «болотных» прудовиков проводились промеры раковины штангенциркулем с целью их определения по методикам, приведенным в определителях /11,26/.

Таблица 1
Собственный материал моллюсков (включая раковины) собранный из озер Форелевое и Верхнее

Водоем	Число особей, экз.		Всего
	Двустворчатые	Брюхоногие	
Форелевое озеро	225	904	1129
Верхнее озеро	173	8589	8762
Всего	398	9493	9891

Помимо собственных сборов использовались гидробиологические исследования других авторов, в частности исследования моллюсков /5,7,18,23,24,25/.

Для оценки сапробности по моллюскам использовались литературные сведения по экологии моллюсков и их отношению к зонам сапробности. Индекс сапробности был рассчитан по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека /28/. Оценка качества вод проводилась с использованием комплексной классификации качества природных вод, с которой сопоставлялись гидрохимические показатели водоемов, оценки сапробности других авторов, рассчитанные в данной работе величины индекса сапробности по моллюскам /1,10,14,20,17/. Проводилось сравнение результатов определения качества вод указанных водоемов полученных разными способами для проверки корректности определения степени загрязненности данных водоемов, в частности, по моллюскам.

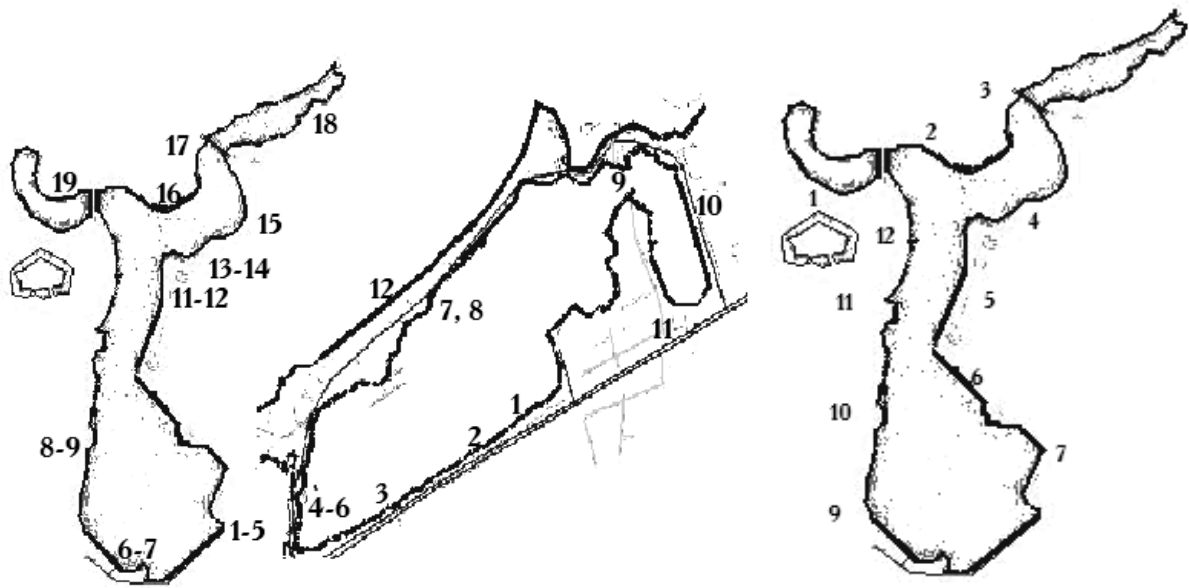


Рис. 2 . Расположение станций сбора материала на водоемах (Форелевое и Верхнее по собственным сборам, Верхнее по сборам Путыковой Ю.Я.)

Таблица 2

Перечень собственных сборов (проб) на озере Форелевое

Номер станции	Дата	Привязка к местным условиям
1	24.06.06	Разрежение в тростниковой заросли (бухточка) западнее домиков лесника с тростниковыми крышами, маркирует съезд на грунтовку с мамоновского шоссе по левую руку лицом к озеру
2	24.06.06	Аналогичная бухточка в 200-300 м от предыдущей в сторону Мамоново, уточняющая проба - заход под ивовой зарослью вдоль уреза
3	24.06.06	Напротив бензоколонки у мамоновского шоссе по обе стороны от бетонного съезда в воду
4	24.06.06	Затростниковая заводь 50 м недоходя до бетонного куба по дамбе в сторону залива от шоссе
5	24.06.06	Повторный осмотр первого острова у бетонного куба рядом с дамбой к заливу от шоссе
6	20.05.06	Пролив в озере между первым островом и дамбой с бетонным кубом торчащим из воды, сбор друз дрейсен
7	09.09.06	На дамбе у залива, у двойного дерева за мысом у рыбхоза
8	24.06.06	Бухточка за призаливной дамбой, ближе к городу за мысом после рыбхоза, ориентир двойное дерево. Также у основания мыса со стороны станции.
9	24.06.06	Водосброс из озера (шлюз) под дорогой к яхтклубу - по обе стороны от дороги
10	9.09.06	Вдоль асфальтированной дороги бухты Форелевое 2, от яхтклуба до мамоновского шоссе северный участок озера
11	24.06.06	Мелиоративный канал у мамоновского шоссе впадающий у дачного общества в озеро, вытекает в тростниковое поле

Перечень собственных сборов (проб) на озере Верхнее

Номер станции	Дата	Привязка к местным условиям
1	02.09.06	Участок по обе стороны от моста через исток ручья Литовский (ориентир – палатки торговцев янтаря).
2	13.11.06	Первая массовая проба у башни Дона напротив палаток торговцев янтарем (направление к дереву)
3	13.11.06	Дополнительная проба у башни Дона напротив палаток торговцев янтарем (направление к мостику)
4	09.12.06	У мостика у башни Дона.
5	29.12.06	Проба анадонт на месте массовой пробы № 1 у башни Дона.
6	29.12.06	Проба двухстворок напротив проходной кондитерской фабрики
7	09.01.07	Пробы двустворчатых моллюсков с участка напротив ресторана Шельф
8	02.09.06	У стоматологической клиники 100 м севернее тюленей.
9	09.12.06	Между стоматологической клиникой и водосбросом с морскими львами
10	09.01.07	Напротив угла стоматологической клиники. Массовый вид беззубок.
11	07.01.07	Напротив заблокированных коттеджей у самого уреза с берегоукреплением залужением и косыми булыжными гранями и бетонной стенкой с верху.
12	09.01.07	Дома Лукойла новой постройки многоэтажные, на плане рубчатый фасад.
13	07.01.07	Проба на ожелезнении у резных домов ближе к пешеходному мосту сторона. Первый дом многоэтажный Лукойла у особняков со стороны пешеходного моста.
14	07.01.07	Напротив резного дома ближе к водовыпуску сточных вод
15	07.01.07	Ливневый водовыпуск со стороны ул. А.Невского в бухте у пешеходного моста. В бухте примыкающей к пешеходному мосту (кутовая часть).
16	07.01.07	Вторая Массовая проба. Неподалеку от Обер Тайх. У ресторанной площадки, у отеля, со стороны прогулочного сквера.
17	02.09.06	Станция у моста пешеходного ниже по течению со стороны ул.Тельмана. Вспомогательная проба у пешеходного моста через пруд со стороны ул. Верхнеозерной южная сторона.
18	09.01.07	Проба немного недоходя, рядом с пирсом двойным, где взял крупных анадонт. Участок южнее бетонного пирса гостиницы Турист, бывшей лодочной станции, верховья пруда.
19	09.01.07	Станция на участке Верховья 2, у автомобильного переезда

3. БИОИНДИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЛЮСКОВ

Биологическая индикация в целом, так и по зообентосу, в частности - является приоритетным направлением в оценке качества вод и экологического благополучия водных объектов. Именно отклики биоты на состояние водных объектов могут служить интегральным показателем всех, в том числе негативных, изменений в водной среде. Для биоиндикации используются различные группы водных животных - плоские черви, олигохеты, водные насекомые, пиявки, моллюски, ракообразные /2,28,312/.

Моллюски являются одной из наиболее распространенных групп макрозообентоса заселяющей большую часть водных объектов, за исключением полисапробных, и в отличие от ихтиофауны сесильны, то есть они не могут активно мигрировать на большие расстояния в ответ на загрязнение среды обитания. Единственной защитной реакцией может быть временное переживание в неактивном состоянии или перераспределение в пределах своего исконного местообитания с выпадением из фауны видов наиболее чувствительных к загрязнению. Следует отметить, что раковины моллюсков хорошо сохраняются в водных объектах и могут длительно находиться в хорошем состоянии в грунтах водного объекта с последующим захоронением в геологические породы, что позволяет проводить ретроспективный анализ фауны. Моллюски, особенно двустворчатые, являются эффективными аккумуляторами загрязняющих веществ, поэтому их можно использовать для отслеживания следовых загрязнений водной среды.

Говоря о индикационной роли моллюсков можно выделить следующие типы их использования /3/:

1) оценка параметров водных объектов по сообществам моллюсков их заселяющих с учетом сведений о фундаментальной и реализованной экологической нише каждого вида, а также данных лабораторного биотестирования вида различными факторами среды типичными для водных объектов. При этом оценивается численность, биомасса, перечень видов (массовые виды, виды индикаторы), таксономический состав, рост и распределение моллюсков в водном объекте и прочие популяционные параметры /12/;

2) оценка воздействия сточных вод и вытяжек их отходов на фауну лабораторных («стандартных») особей, либо взятую их природных объектов намечаемых под сброс сточных вод (после акклиматизации) – методами биотестирования с оценкой выживаемости, этологии, анатомическим и биохимическим анализом /12/;

3) оценка водных объектов физико-химическими и биохимическими методами с использованием в качестве анализируемого субстрата тканей моллюсков /3/;

4) фактический мониторинг условий водных объектов с использованием двустворчатых моллюсков, реагирующих на неблагоприятные текущие условия обитания закрытием створок с фиксацией данного события электротехническими методами (заморы, залповые сбросы)/3/;

5) ретроспективный анализ качества вод и параметров среды по ископаемым и субфоссильным раковинам моллюсков в грунтах водных объектов /3/.

Данная работа посвящена оценке качества вод с использованием моллюсков по характеру их сообществ в водных объектах, и частично с использованием материала захороненных раковин в донных отложениях – ретроспективному анализу качества вод в Верхнем пруду.

Возникает понимание некоторых методических трудностей оценки качества вод, типизации водных объектов и определения их общего экологического состояния с использованием зообентоса, макрозообентоса, к которым относятся моллюски (табл.1) /12/.

Таблица 4

Некоторые отрицательные факторы, влияющие на надежность гидробиологической информации

Характер факторов	Сущность фактора
Биотический	Сложная зависимость показателей обилия, разнообразия и структуры гидробиоценозов от естественных и антропогенных факторов: временная неоднородность, пространственная неоднородность
Абиотический	Неоднородность уровней загрязнения и продолжительности их действия
Инструментальный	Неизбежные систематические ошибки отбора и обработки проб
Методический	Трудность отбора представительных проб
Методический	Недостаточность данных об индикаторной значимости видов в связи с региональными особенностями
Методический	Несовершенство способов формализации данных

В данной работе используется метод оценки сапробности по Пантле и Букку, который основан на предположении, что каждый индикаторный вид встречается только в одной зоне загрязнения выражаемой через индекс индикаторной значимости вида /28/.

В формуле Пантле и Бука приведенной ниже, Сладечек изменил значения индексов сапробности индикаторных видов (доработанный перечень индикаторных видов), встречающихся в двух или большем количестве зон. Тем самым учел встречаемость показательных видов в разных зонах загрязнения /12/.

$$S = \frac{\sum(h \cdot s)}{\sum h},$$

где S – индекс сапробности; s - отношение видов к степени сапробности; h - количественная оценка гидробионтов.

Данный метод широко используется в биологическом анализе вод, однако возможны погрешности вследствие широкой экологической пластичности многих индикаторных видов, в частности, связанные с региональной спецификой бентоса. Всегда необходима коррекция списков индикаторных организмов с привязкой к региональной специфике.

Часто указывают необходимость высокой квалификации персонала (способность определять виды и более высокие таксоны), субъективности оценок – экспертность выводов /12/.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ

5.1. Происхождение, хозяйственное значение и использование водоемов

Озеро Верхнее (Обертайх) - искусственный русловой водоем (пруд) созданный в 1270 г. для мельничных и рыбоводных нужд, позднее питьевое назначение стало доминирующим. Площадь озера Обертайх составляла 41 га. В дальнейшем он был приспособлен под естественный водный оборонительный рубеж в цепи первого оборонительного кольца города, с последующей переработкой под ландшафтно-парковую зону, которая сохранилась, но в неудовлетворительном состоянии. Следует отметить, что он является приемником сточных и мелиоративных вод, что определяет его состояние. Водоем находится под сильным антропогенным воздействием непосредственно, так и через свой водосбор. Таким образом, данный водоем прошел все стадии своего исторического использования и, на настоящий момент, может рассматриваться только как ландшафтный компонент городской рекреационной среды со значительными ограничениями – в нем запрещено купание. Водоем загрязнен сточными водами и замусорен, сильно эвтрофирует; берега неблагоустроены, гидротехнические сооружения в аварийном состоянии. Озеро может стать перспективной внутригородской зоной отдыха, при надлежащем благоустройстве. Из существенных локальных условий водоема следует упомянуть расположение в ложбине некогда существовавшего ручья, сложную геометрию береговой зоны, берега с древесно-парковой растительностью, а также меридиональную ориентированность – что способствует укрытию водоема от господствующих ветров и снижает воздействие на береговую зону волнения, способствует застойным процессам в водоеме. Прилегающая застройка, оказывает прямое негативное воздействие на водоем, через несанкционированные выпуски сточных, а также выпуски ливневых вод /16,20,21/.

Озеро Форелевое – водоем карьерного типа, образовавшийся при заполнении котловины карьера по добыче песчано-гравийной смеси. Отработка карьеров началась до 1955 г. Окончательное формирование водоема произошло в 60-70 гг. прошлого века. В 1976 г. северо-западной части карьера было основано форелевое хозяйство, а в 1991 г. здесь было начато товарное производство осетров. Сохранились исторические водно-болотные комплексы низины прилегающей к озеру, существовавшие еще до начала отработки карьера, которые дренировались мелиоративным каналом впадающим в залив, устье которого маркирует шлюз у яхт-клуба, а оставшаяся часть сохранилась в виде единственного впадающего в озеро ручья. На данный момент водоем, по-прежнему, используется для рыбоводных целей, а также стремительно

нарастает его рекреационное использование – для купания, водных прогулок и спорта, любительского рыболовства. Водоем находится на относительном удалении от города и на него оказывается значительно меньшее негативное воздействие по сравнению с Верхним озером. Существует потенциальный риск загрязнения нефтепродуктами от близлежащей автозаправки, а также возможность негативного воздействия близлежащей автострады. Прибрежная зона озера застраивается, но не благоустроена. Район озера может стать крупной пригородной зоной рекреации, при надлежащем благоустройстве /1, 2/.

5.2. Форелевое озеро

5.2.1. Морфометрическая характеристика

Озеро Форелевое является самым крупным в городской черте города, оно заметно вытянуто - его максимальная длина в четыре раза превышает максимальную ширину и в шесть раз – среднюю (табл. 5). Береговая линия довольно изрезана - коэффициент извилистости береговой линии равен 1,7, имеется несколько мелких заливов и береговых выступов (табл. 1). Площадь зеркала водоема составляет около 89,9 га, наибольшие глубины - 15-17, наименьшие - 5-8 м. Основная (западная) котловина – это типичный водоем карьерного типа с очень сложным рельефом дна и большими глубинами (рис.3). Максимальная глубина, 20 м, обнаружена в его наиболее глубокой западной части. В центре здесь расположены две ямы с глубинами более 15 м. Еще одна яма, с максимальной глубиной 11 м, находится у юго-восточного берега. На юго-западе лежит небольшой островок. Между изобатами 5 и 10 м в центре озера расположена банка с глубиной менее 5 м. Крутизна склонов различна. Наиболее быстро глубины увеличиваются вдоль южного берега, особенно на западе напротив форелевого хозяйства и на востоке у юго-восточной ямы. Северные склоны более пологие (рис. 1).

Таблица 5

Морфометрические характеристики пр. Форелевого

Параметры	Размеры
Площадь зеркала, га	89,9
Глубина максимальная (обнаруженная), м	20
Глубина средняя, м	7,4
Объем воды, млн. м ³	7,1
Длина максимальная, км	2,4
Ширина максимальная, км	0,6
Ширина средняя км	0,4
Длина береговой линии, км	6,0
Коэффициент извилистости береговой линии	1,7
Площадь водосбора, га	1974,75

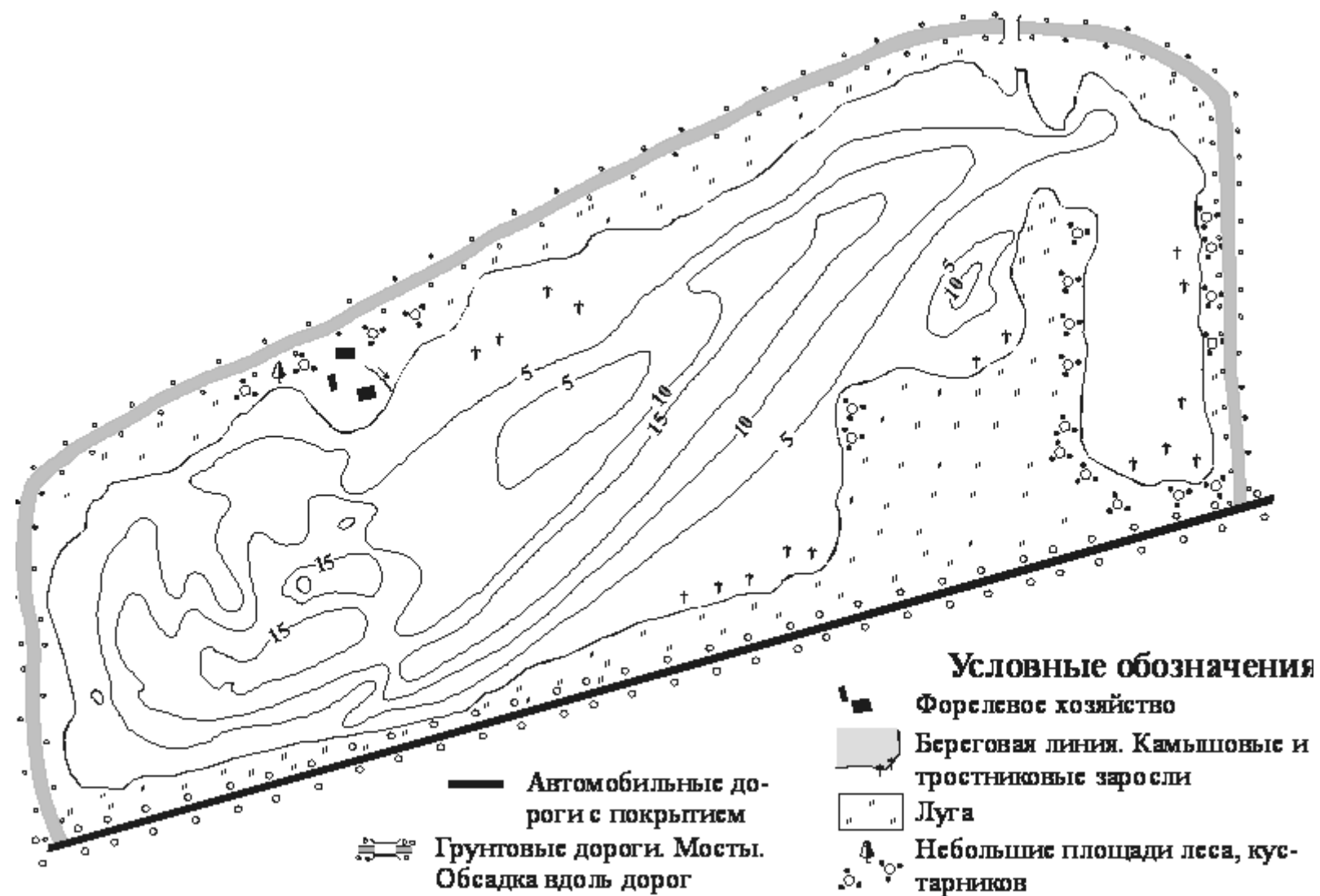


Рис. 3. Батиметрическая схема озера Форелевое /1/

По существу озеро представлено двумя котловинами разделенными проливом с небольшим островом южной части, большей – Форелевое 1 и меньшей - Форелевое 2. Основная, западная котловина это типичный водоем карьерного типа со сложным рельефом дна и большими глубинами /1,30/.

5.2.2. Водосборная площадь и источники питания

Водосбор озера обозначается единственным водотоком - впадающим в озеро небольшим (ширина до 0,7 м), преимущественно стоячим ручьем, который выполняет роль приемника мелиоративных вод с прилегающей к озеру низменной территории (табл. 6) .

Таблица 6

Основные характеристики площади водосбора озера Форелевое

Водоток	Створ	Площадь, га	из них					
			сельхозугодия		леса		болот	
			га	%	га	%	га	%
Ручей	1 (устье)	1974,75	1655,0	83,8	131,5	6,65	188,25	9,53

Площадь водосбора озера Форелевое определена по карте масштаба 1: 50000, непосредственным измерением палеткой /29/. Значительный процент болотных земель, прилегающих к водотоку в центральной его части, подразумевает особый болотный тип вод и фауны ручья, что подтверждается личными наблюдениями – вода в ручье чайного цвета. Однако данный водоток принимает сток с незначительного по размерам водосбора, который влияет на рассматриваемый водоем, но не может ключевым образом сказаться на его экологическом состоянии при отсутствии весомых антропогенных вмешательств.

Озеро Форелевое питают грунтовые воды, атмосферные осадки, сток с прилегающей заболоченной местности, а также возможно фильтрационное питание пресными водами из ближайших водоемов. На крайнем юго-востоке в озеро впадает небольшой ручей. Вода поступает также от четырех скважин, расположенных на территории форелевого хозяйства; эта вода проходит через систему емкостей, в которых выращивается молодь, после чего сбрасывается в карьер. Водообмен с Калининградским заливом в определенной степени зависит от направления ветра. Уровненный режим водоема зависит от направления ветра, однозначно уровень озера немного выше уровня залива при штиле или слабых ветрах, и ниже при нагонном

подъеме уровня залива при западных ветрах. В целом, преобладает сток из озера в залив, но при достаточно сильных ветрах северо-западных направлений вода может поступать из залива в значительных количествах. Некоторое количество воды поступает с атмосферными осадками и через водообмен с соседними карьерами (песчаные грунты) /1,30/.

5.2.3. Береговая зона

Береговая линия довольно изрезана, есть множество мелких заливов и выступов. Берега покрыты мелкозернистыми песками или безвалунными супесями, реже – глинами. Дно вдоль садковой линии, по данным июня 2004 г., покрыто примерно трех метровым слоем жидкого черного ила.

Береговая растительность характерна для заболоченных лугов. В самом водоеме из-за крутых подводных склонов водная растительность развита слабо, представлена на мелководьях с глубинами менее 2-3 м. Вдоль берега тянется почти неразрывная полоса зарослей рдестов. Заросли рдеста встречаются также и в открытой части водоема на мелководьях. В восточной части и местами на северо-западе располагаются заросли тростника. Летом возможно цветение воды.

Береговая зона в местах обитания моллюсков сложена преимущественно песками, иногда с камнем, открытая, лишь поросшая кустарником, иногда одиночными деревьями, с хорошо развитой тростниковой зарослью опоясывающей водоем с бухтовидными разрывами, в которых развиваются и подступают к урезу погруженные макрофиты – примыкающие к тростниковой заросли по периметру, а также развитые на мелководьях за тростником ближе к центру водоема. Берега мелководной изолированной восточной части (по существу, самостоятельного водоема) преимущественно низменные, на западе покрыты лугово-болотной растительностью и кустарником. Заросли тростника вплотную подходят к урезу воды. В юго-восточной части на расстоянии 2-3 м от уреза имеются заросли, образованные рдестом, водяным лютиком, роголистником. Плотные заросли тростника расположены также у северо-восточных берегов этого водоема и в проливе.

Из существенных локальных условий следует упомянуть близость к заливу, ориентированность с юго-запада на северо-восток, безлесность берегов, что способствует развитию волнения и его активного воздействия на восточный берег основной котловины водоема. Западный берег находится в относительно затишной зоне под прикрытием дамбы. Также, важно упомянуть, близость шоссе и усиливающуюся рекреационную нагрузку и застроенность водоохраной зоны водоема

без соблюдения санитарно-гигиенических требований. Это приводит к микробному загрязнению водоема коммунально-бытовыми сточными водами, однако данное воздействие не проявляется столь сильно как в береговой зоне Верхнего пруда /1,30/.

5.2.4. Гидрохимическая характеристика

Гидрохимические и гидрологические исследования озера проводились лишь в момент основания рыбоводного хозяйства, в 1988-1993 гг., а также в 2004 г. (табл.7). Было установлено, что в теплый период года водоем резко стратифицирован, прогревается лишь верхний относительно тонкий слой. Для горизонта 0 м температура воды (обобщенные показатели) составляет 18-22 (и более), 5 м - 16-17, 10 м - 11-13, 13 м - 6-9 °С, соответственно. В некоторых местах на дне пруда обнаружены ограниченные по площади очаги достаточно интенсивного выклинивания грунтовых вод (подводные родники), которые объясняют резко сниженные значения температуры воды и концентрации растворенного кислорода – вплоть до его полного исчезновения. Следует отметить, что содержание растворенного кислорода, в целом, несколько снижено, особенно у садковой линии. Даже в весенне-летний период оно редко достигало насыщающих величин. Лишь в отдельных случаях на поверхности наблюдалось небольшое перенасыщение (до 101-107 %). Только в канале насыщение воды кислородом в апреле текущего 2004 года превысило 127 %. Вертикальное распределение кислорода определялось стратификацией, влиянием грунтовых вод и характеризовалось быстрым снижением его количества с глубиной, особенно у садковой линии. Например, его концентрация в июне 2004 г. изменялась следующим образом: у поверхности от 10,60 до 9,08 мг/л (104–88 %), на 5 м – 9,08 (86 %), у дна на глубине 8,6 м – 8,65 мг/л (84 %) /1,30/ .

Величина перманганатной окисляемости во весь период исследований летом практически не менялась. В соответствии с классификацией О.А.Алекина, озеро можно отнести к водоемам со средней (на пределе верхней границы этой градации) или повышенной окисляемостью.

Минерализация воды повышенная, превышает 920 мг/л (в 1985–1991 гг. изменялась в пределах 923,5–964,9 мг/л на поверхности и 935,2–938,2 мг/л у дна). В отдельные периоды, при нагоне воды из залива, вода в восточной части озера становится солоноватой (нами зафиксировано повышение минерализации до 1725,4 мг/л).

Воды озера, в соответствии с классификацией О.А.Алекина, в летний период хлоридно-натриевые, второго типа, что связано с характером питания водоема и

водообменом с заливом. Количество гидрокарбонатов изменялось в пределах 189,0-198,4 мг/л. Щелочность воды (3,4-3,5 мг·эquiv/л) в период наблюдений практически не изменялось. Жесткость воды в летние месяцы – средняя или умеренная (общая жесткость составляла 5,927-5,961 мг·эquiv/л). В период с 1984 по 1991 гг. отмечалось постепенное снижение жесткости, содержания сульфатов (103,12-116,00 мг/л) и, особенно, хлоридов (в 1984-1985 гг. - 1130,9-1500,0, в 1987-1988 гг. - 522,0-675,3, в 1991 г. – 319,3-338,2, в 2004 г. – 358,9-362,8 мг/л) /1,30/.

Таблица 7

Гидрохимические показатели озера Форелевое на 2004 г. /1,30/

Показатель	Единица	Значение
Кислород	Процент насыщения	до 100
Минерализация	мг/л	более 920, до 1725,4
Гидрокарбонаты	мг/л	189,0-198,4
Щелочность	мг·эquiv/л	3,4-3,5
Жесткость (общая)	мг·эquiv/л	5,927-5,961
Железо	мг/л	не обнаружено
Азот нитритов	мг /л	не обнаружен
Фосфаты	мг/л	0,019–0,142

Такая тенденция может свидетельствовать о постепенном снижении доли грунтовых и морских вод в питании водоема. Это подтверждается и изменениями концентрации железа: в предыдущие годы она составляла 0,38-0,95 мг/л, тогда как в апреле–мае 2004 г. железо обнаружено не было.

Концентрация аммонийного азота в 1991 г., по сравнению с предыдущими годами, была несколько сниженной, в июне 2004 г. вдоль садковой линии аммонийный азот вообще не обнаружен. Величина азота нитритов в 1984-1991 гг. изменялась от значений «следы» – 0,015 мг N/л у поверхности до 0,015-0,036 мг N/л у дна. При этом отмечено заметное увеличение их содержания в местах, наиболее подверженных влиянию грунтовых вод, что свидетельствует о формировании там застойных зон. Содержание нитритов в 1991 г., по сравнению с 1984–1988 гг., в целом, несколько увеличилось. В 2004 г. нитриты обнаружены не были. Снижение количества соединений азота в весенне-летний период дает основание предположить возрастание эвтрофикации водоема и, как следствие, более интенсивное их потребление в процессе фотосинтеза. В то же время нельзя не отметить накопление фосфатов: их концентрация

в июне-июле 1984-1991 гг. составила 0,011-0,106 мг/л, в апреле 2004 г. - 0,019-0,036, в мае - 0,019-0,098, в июне - 0,035-0,142 мг/л. При этом динамика во времени аномальна: по мере развития фотосинтеза с апреля по июнь количество фосфатов в воде не уменьшается, как должно быть, а увеличивается: это может свидетельствовать о загрязнении водоема /1,30/.

Проведенные исследования в 1977-1980 гг. для рыбохозяйственных нужд, показали, что данный водоем пригоден для выращивания такого требовательного к условиям среди вида как форель. Соленость водоема колеблется в пределах 0,63-2,52 ‰, рН - 7,30-8,55. Содержание органического вещества невысокое: величины БПК₅ не превышали 1,73 мг/л, а перманганатной окисляемости - 7,44 мг/л. Концентрации биогенных элементов и железа не достигали уровня ПДК. Содержание растворенного в воде кислорода хорошее: в поверхностных слоях от 6,6 до 12, у дна - от 6,4 до 11,9 мг/л. Среднемесячные поверхностные температуры воды в карьере в вегетационный период находились в пределах 10,1-13,5 в мае, до 13,4-16,0 °С в сентябре. Максимальный прогрев воды происходит в июне (16,5-20,5 °С), июле (17,1 - 18,1 °С) и августе (17,1-18,1 °С) /14/.

5.2.5. Гидробиологическая характеристика

В гидробиологическом плане водоем изучен недостаточно. Понятно, что биоценоз озера сформировался, главным образом, за счет фауны Калининградского залива. Зооценоз бентоса прибрежной части озера, в конце июня 2004 г., был достаточно разнообразен и представлен семью группами организмов: брюхоногие моллюски - три вида; ракообразные - два вида (бокоплавцы и речные раки); поденки - один вид; пиявки - один вид (рыбная пиявка); личинки комаров звонцов - один вид (*Cryptochironomus*); олигохеты - один вид; много жуков-вертячек, камфорный жук. Биотический индекс характеризует воду в 2004 как переходную от «умеренно загрязненной» к «грязной»: 2-3 класс. Наиболее загрязненным, как и в прошлые годы, был район у яхт-клуба: качество воды соответствует 3-4 классу. /1,30/

На 1977-1980 гг. величины первичного продуцирования характеризовались как невысокие, в среднем они составляли: фотосинтез - 0,6, дыхание - 0,5, продукция - 0,15 г/м³, то есть это показатели олиготрофного малопродуктивного водоема. Видовой состав зоопланктона не отличался большим разнообразием, он представлен тремя группами организмов: коловратки - восемь, клadoцеры - пять, копеподы - шесть видов. В мае доминируют коловратки с преобладанием *Keratla quadrata*, в июне - *Copepoda*, предоставленные практически одним видом *Cyclops strenuus*, в июле - *Cladocera*, в

основном, *Daphnia kukulata*. Биомасса зоопланктона наибольшей величины - 330 мг/м³, достигала в июне; в июле, августе и мае она составила соответственно: 166,4, 148,4 и 31,5 мг/м³. Преобладание в зоопланктоне *Keratela quadrata* и *Daphnia kukyluta*, индикаторных организмов, свидетельствует о небольшом, до о-β-сапробной степени, загрязнении вод карьера.

Бентос был представлен хирономидами, моллюсками и олигохетами его биомасса составила 839,6 (дночерпательные пробы), 1145,0 г/м² (водолазный способ). Основа бентоса — дрейсена (81,4 % от числа организмов). На данном водоеме с 1977 г. производится товарное выращивание форели. Масштабы производства с годами будут возрастать, что может привести к его эвтрофикации /14/.

По результатам предварительного исследования планктона озера в 2000 г. было установлено преобладание в зоопланктоне в июне 2002 г. *Cladocera* (*Bosmina longirostris*, *B. coregoni*), в меньшей степени доминировали *Daphnia longipsida*, были отмечены *Copepoda* (*Asplancha priodonta*, *Acantocyclops viridis*, *A. vernalis*, *Diatomys graciloida*). Тип *Rotatoria* был представлен *Keratela quadrata*. В пробах присутствовали β, о-β-мезосапробные, а также о-сапробные виды/10/.

На этом найденный гидробиологический материал исчерпывается.

5.3. Верхнее озеро

5.3.1. Морфометрическая характеристика

Верхний пруд является искусственным русловым водоемом, общий рельеф дна которого унаследован от рельефа затопленной поймы ручья Кошачий (ныне Северный). Однако, благодаря активному заиливанию осадками, привносимыми впадающими водотоками, а также переработке берегов (их размыву) - сформировались обширные мелководья у берегов и заилилась относительно глубоководная зона. В 1984 г. был реализован проект очистки пруда - образовалась карта намыва, с прилегающими мелководьями неподалеку от стоматологической клиники по ул. Пролетарская, а также образовалось несколько зон углубления водоема. Позже, в 2006 г. стал реализовываться второй проект очистки пруда, прилегающих водотоков и водоемов. Именно в этом проекте сотрудниками ОАО «Заповодпроект» проводилась разведка глубин и топографическая характеристика водоема (рис.4). Было установлено, что уровень озера Верхнее колеблется в пределах от 19,5 до 21,0 м /16,20,21/.

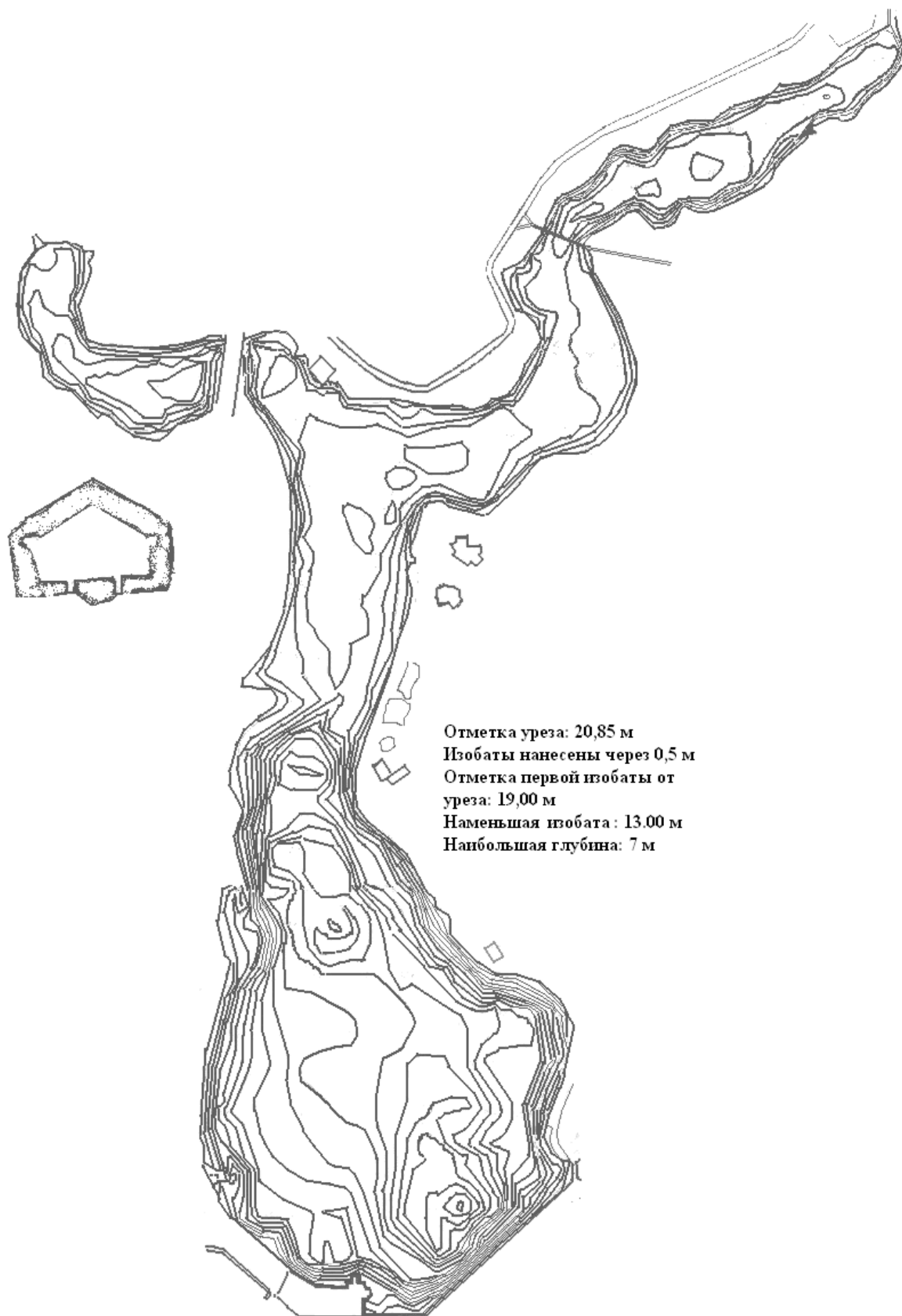


Рис. 4. Батиметрическая схема озера Верхнее /20/

Площадь акваторий озера с глубинами до 1,2 м равна 15 га, что составляет около 50 % общей площади акватории, площадь акваторий с глубинами менее двух метров составляет 17 га или же 52,4 % от общей площади озера Верхнее. При этом распределение мелководий по акватории озера неравномерное. Приблизительно 60 % приходится на верхнюю треть озера, 30 на его центральную часть и 10 % на нижнюю треть, что определяется характером перераспределения влекомых наносов по акватории озера, находящимися в зависимости от скоростей течений и скоростей осаждения различных по крупности частиц. Вдоль береговой линии на отдельных участках в северо-восточной части озера наблюдается размыв береговых склонов, изрезанность береговой линии. Длина впадающих водотоков 15,2 км, в том числе: река Голубая - 8,9, ручей Северный – 5,4, канал К-1 - 0,9 км. Основные параметры водоема: площадь зеркала - 35,0 га, длина максимальная - 1,50, ширина максимальная - 0,42, длина береговой линии - 4,8 км. Объем разрабатываемых донных отложений ориентировочно составляет 322 тыс. м³.

На данный момент (первая половина 2007 г.) вычищаются донные осадки в нижней и средней части пруда гидромеханизированным способом. По проекту сохраняется береговая линия в ее сложившихся очертаниях с капитальным берегоукреплением и устройством набережных, смотровых площадок. Сохранилась большая часть прилегающих участков мелководий к сооружениям берегоукрепления. Однако они часто характеризуются резким переходом к глубине, местами уступом, сложенным суглинком и глинами, созданным земснарядами по линии остановки их работы. Возможно, при заполнении пруда до нормального уровня, данная специфика определит рельеф мелководий с их населением. Окончание проекта очистки запланировано на конец 2008 г. Таким образом, сложившийся рельеф котловины пруда будет полностью изменен, расширятся глубинные зоны, сохранятся и заново сформируются мелководья после их значительного преобразования. Возникает потребность в новой батиметрической и топографической характеристике водоема /16,20,21/.

5.3.2. Водосборная площадь и источники питания

Верхний пруд - проточный водоем, питание которого осуществляется через р. Голубая (основной источник), ручей Северный, канал К-1. Уровень воды регулируется тремя водосбросными сооружениями - сброс воды в ручьи Парковый (основной), Литовский (Музейный, незначительный) и пруд Нижний (практически отсутствует,

принимает фильтрационный поток вод из пруда). В конечном счете, вода из пруда сбрасывается в реку Преголя.

Следует подробнее остановиться на питающих водотоках. Площадь водосбора озера Верхнее 43,66 км². Площадь водосбора определена по карте масштаба 1:25000 к проекту очистки озера Верхнее (табл. 8).

Таблица 8

Основные характеристики водосбора пруда Верхнего

Водотоки	Створ	Площадь, км ²	из них			
			леса		болота	
			га	%	га	%
Река Голубая	8 (устье)	31,8	636,6	20,0	276	8,68
Ручей Северный	11 (устье)	9,75	43,8	4,49	0	0
Канал К-1	12 (устье)	0,70	0	0	0	0

Верховья водосбора озера расположены преимущественно в сельскохозяйственных и лесных угодьях примыкающих к городу, а прилегающая часть водосбора к озеру расположена в черте города, урбанизирована и характеризуется высокой степенью антропогенной преобразованности.

Важно заметить, что водосбор озера искусственно расширен за счет гидротехнической системы питавшей этот, некогда питьевой водоем, в целях удовлетворения возрастающего потребления городом воды.

Таким образом, питающий озеро сток в черте города трансформируется благодаря сбору поверхностного стока с городских территорий и поступлению сточных вод разного характера в питающие водотоки, что приводит к резкому ухудшению качества привносимых вод и определяет экологическое состояние рассматриваемого водоема.

Река Голубая берет начало за пределами города у водохранилища Дивное. Она имеет два притока – это каналы ГЧ-1 и ГЧ-2, которые протекают по территории поселка Чкаловск. Русло реки имеет трапецидальную форму, ее ширина по дну 1,5-2, глубина 0,5-0,8 м. Длина реки составляет 12,5 км.

В истоке, в реку впадает канал Красота, на котором расположен шлюз-регулятор. Во время прохождения половодий и паводков вода из канала поступает в реку. На расстоянии 4,75 км от устья реки, часть стока перехватывается искусственным трубным водозабором, диаметр которого 0,6 м. Он отводит воду и уходит в

канал, впадающий в водохранилище Нескучное. На расстоянии 3,75 км от устья расположен дюкер для пропуска ручья Воздушный под руслом реки. На участке с 3,25 по 5,25 км от устья реки она протекает в дамбах.

В целом, пропускная способность русла реки снижена наличием в нем многочисленных инженерных коммуникаций, вызывающих подпорные явления.

Ручей Северный берет начало в районе пос. Первомайский, протекает в северной части города. Его длина 5,4 км. Он является водоприемником поверхностных и дренажных вод. В настоящее время ручей по всей длине заилен, замусорен бытовыми отходами, откосы его деформированы.

Канал К-1 вытекает из озера без названия в Ботаническом саду, расположенного за железнодорожной веткой Калининград - Зеленоградск, пересекает ее и ул. Первомайскую и впадает в озеро Верхнее. Ниже ул. Первомайской участок канала в районе гаражного общества закрыт в коллектор.

Наблюдения за стоковым и уровенным режимом на питающих пруд водотоках отсутствуют, поэтому специалистами ОАО «Заповодпроект» все гидрологические расчеты выполнены по эмпирическим формулам, приведенным в СП 33.101 - 2003 (в приложении). При выборе реки-аналога ими использовались данные по рекам Нельма (Кострово), Мамоновка (Мамоново) и в качестве аналога была принята река Мамоновка. Максимальные расходы для реки Голубой определялись как разница между максимальными расходами рассчитанными по формулам и пропускной способности трубы, отводящей воду в водохранилище Нескучное. Проводился расчет годового стока и его внутригодового распределения по типовой схеме, как среднего для области /16,20,21/.

5.3.3. Береговая зона

Береговая линия озера Верхнее довольно изрезана, есть множество мелких заливов и выступов. Берега озера, в основном, пологие, местами очень пологие и реже крутые до обрывистости, задернованные, покрыты древесно-кустарниковой растительностью, иногда с хорошо выраженным уступом при уресе. Характерно развитие узкой полосы гелофитной растительности, в основном тростника от тонкого пояса вдоль уреса до фрагментарных и разрозненных заросших участков. Часто к уресу подступают широколиственные деревья, иногда нависают над водой. Со стороны улицы Черняховского, проезда Озерный и в районе расположения кафе «Причал» береговая линия выполнена по типу вертикальной подпорной стенки довоенной

постройки. В 2002 г. построен небольшой участок набережной длиной 200 м в районе улицы Курортная /16,20,21/.

Грунты озера на мелководьях были представлены преимущественно серой и оливково-серой супесью, часто с опесчаниванием в верхней части мелководных склонов, с включением камня и антропогенного мусора - бутылок и прочего бытового мусора, строительного камня, кирпича, коряг, металлических предметов. В местах подступающей к воде древесной растительности наблюдался разложившийся лиственный опад, и более темные грунты. В местах наиболее развитых мелководий был характерный плавный переход от опесчаненной супеси при урезе к грязно-серым илам ложа водоема, где мелководья были выражены меньше, переход был более резким и иногда илы ложа подступали практически к урезу. Центральная часть водоема, в пределах прямой видимости, была покрыта слабоволнистыми грязно-серыми, мажущими илистыми отложениями лишенными макробеспозвоночных.

Из существенных локальных условий водоема следует упомянуть расположение в ложбине некогда существовавшего ручья, сложную геометрию береговой зоны, берега с древесно-парковой растительностью, а также меридиональную ориентированность – что способствует укрытию водоема от господствующих ветров и снижает воздействие на береговую зону волнения, способствует застойным процессам в водоеме. Прилегающая застройка, оказывает прямое негативное воздействие на водоем, через несанкционированные выпуски сточных, а также выпуски ливневых вод.

5.3.4. Гидрохимическая характеристика

На стадии подготовки проекта очистки пруда с 26 по 28.02.2006 сотрудники ОАО «Заповодпроект» провели заборы 19 проб воды с определением 22 гидрохимических показателей в собственной аккредитованной лаборатории. Полученные результаты сравнивались с СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Воды не соответствовали по следующим показателям - железо общее, азот аммонийный, хлориды, жиры, БПК и ХПК, свинец, марганец, фенол и формальдегид (табл. 9).

Также, использовались критерии оценки качества вод приведенные в сборнике Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Данная классификация включает следующие классы воды: 1 – очень чистая, 2 – чистая, 3 - очень незначительно загрязненная, 4 - незначительно загрязненная, 5 сильно загрязненная, 6 очень загрязненная. Воды пруда во всех пробах относятся: по

ХПК – к 5 классу, по содержанию азота аммонийного и нитритов – к 4-5 классу, по содержанию тяжелых металлов (медь, цинк, свинец) – к 5-6 классу. Во всех проанализированных пробах обнаружены в разных концентрациях нефтепродукты, АПАВ, фенолы, марганец, фосфор фосфатов, жиры /16,20,21/.

Таблица 9

Гидрохимическая характеристика озера Верхнее

Показатель	Единицы	Значения			Превышение
		наименьшее	наибольшее	норматив	
рН	ед. рН	7,1	7,8	6,5-8,5	нет
Железо общее	мг/л	20,2	2,7	0,3	да
Азот аммонийный	мг/л	1,5	7,5	2,0	да
Азот нитратов	мг/л	0,2	0,5	4,50	нет
Азот нитритов	мг/л	0,016	0,147	3,3	нет
Хлориды	мг/л	25	385	350,0	да
Сульфаты	мг/л	менее 10	65	500,0	нет
Взвешенные вещества	мг/л	менее 30	30	не более 0,75	нет
Фосфор фосфатов	мг/л	0,11	0,30	1,5	нет
БПК5	мг/л	1,1	15	4,0	да
ХПК	мг/л	42,0	224	30,0	да
Свинец	мг/л	0,002	0,059	0,03	да
Марганец	мг/л	0,32	0,85	0,1	да
Фенол	мг/л	0,001	0,028	0,001	да
Формальдегид	мг/л	0,31	0,67	0,1	да

5.3.5. Гидробиологическая характеристика

Материалы гидробиологических изысканий на Верхнем озере обнаружить не удалось, кроме первичной оценки состояния планктона в 2000 году.

В озере с сентября по ноябрь 2000 года было обнаружено 111 видов фитопланктона, в том числе: зеленые водоросли – 35 видов, диатомовых – 32, синезеленых – 19, эвгленовых – 14, пиррофитовых – восемь, золотистых – три. По численности в озере преобладали синезеленые водоросли, в сентябре преобладал *Planktotrix agardhii*, в октябре – диатомовые (*Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella comta*), в ноябре численность заметно снизилась и определенных доминантов не выделено. По найденным видам планктона данный водоем относится к β-мезосапробным и мезотрофным водным объектам.

При подготовке проекта очистки пруда проводилась санитарная оценка грунтов и вод по санитарным показателям в Центре гигиены и эпидемиологии

Калининградской области. Во всех пробах, кроме одной, отмечаются значительные превышения полученных показателей над допустимыми значениями. Превышение допустимых показателей в ряде проб составило: по общим колиформным бактериям - в 7-50 раз, по термофильным колиформным бактериям - в 1,1-21 раз, по колифагам в 4-114 раз.

Оценка эпидемиологической опасности донных отложений озера Верхнее показала, что в одном месте отбора обнаружены яйца и личинки гельминтов до 40 в одном кг, цист патогенных простейших кишечника не обнаружено. Данные отложения отнесены к опасной категории загрязнения почв с ограниченным использованием. На остальных станциях яиц и личинок гельминтов, цист патогенных простейших кишечника не обнаружено – донные отложения были отнесены к чистым. Полученные показатели свидетельствуют о неблагоприятном состоянии озера Верхнее /20,21/.

5.4. Сопоставление водоемов

Для более детального анализа природных условий рассматриваемых водоемов необходимо провести табличное сопоставление (табл. 10).

Таблица 10

Краткая сравнительная характеристика озер Форелевое и Верхнее

Параметр	озеро Форелевое	озеро Верхнее
Происхождение	карьерная выемка от добычи песчано-гравийной смеси	русловой, на ручье Кошачий (Северный)
Основание (существование)	1960-70 гг. (коло 40 лет)	1270 г. (735 лет)
Расположение	На окраине города, у Вислинского залива	В центре города, посреди плотной городской застройки
Ориентированность	С северо-востока на юго-запад (по ходу господствующих ветров)	С севера на юг, сложной формы (поперек господствующим ветрам)
Волнение, укрытость	На открытом берегу залива, фактор волнения оказывает весомое влияние	Укрыт в ложбине, посреди застройки и древесной, фактор волнения незначителен
Водосбор	Небольшой, сельскохозяйственного назначения	Большой, искусственно расширенный, включает городскую территорию
Размеры	Наиболее крупный из городских водоемов	Один из крупных по площади зеркала
Глубина	Глубокий, до 25 м	Неглубокий, до 7 м
Береговая линия	Сильно изрезана, значительных размеров	Сильно изрезана, разной экспозиции из-за сложной формы
Берега	Пологие, часто быстро переходящие в подводный обрыв без мелководья	Очень пологие, иногда крутые, обширные мелководья

Продолжение табл. 10

Параметр	озеро Форелевое	озеро Верхнее
Грунты побережья	Песчаные, песчано-каменистые, реже илистые	Супесчаные, илистые, реже супесчано-песчаные
Мелководья	Неразвитые, узкие, приуроченные к мысам и восточному побережью	Значительные, с глубинами до 2 м - 52,4 % от площади акватории
Подводный склон	Резкий, обрывистый	Пологий, слабонаклонный
Прибрежная растительность	Пояс тростника, пояс рдестов	Фрагментарно тростник, рогоз, сусак зонтичный, стрелолист
Соленость	Солоноватоводный	Пресный
Проточность	Заточно-сточный	Проточный
Питание	Грунтово-поверхностное	Поверхностное
Заиление	Незначительное	Практически полное
Сапробность	о-β мезосапробный	а-β мезосапробный
Засорение, загрязнение	Незначительное	Значительное. Ярко выраженное, промышленное
Использование	Рыбохозяйственное, рекреационное	Не возможно по общему неблагоприятию
Очистка и благоустройство	Не подвергался, не благоустроен	Подвергался в 1980 г. Элементы благоустройства пришли в негодность

Таким образом, данные водоемы представляют собой два противоположных, по условиям обитания моллюсков, типа водных объектов.

5.5. Современное экологическое состояние

Основная антропогенная нагрузка на озеро Форелевое складывается из его рыбохозяйственного использования, рекреационного использования (главным образом несанкционированные стоки из прибрежных построек и замусоривание), также определенную роль должен играть привнос загрязнений с затоком вод залива и стоком небольшого ручья. Водоем используется для любительского рыболовства. Строительство турбаз, кафе, летних кафе, досуговых объектов не урегулировано и ведется в водоохранной зоне. Повсеместно берег загрязнен твердым бытовым мусором, среди которого преобладает полиэтилен, пластик и бумага. Обнаружены кострища оставленные отдыхающими и места несанкционированных моек машин. Поверхность воды часто бывает покрыта жирной пленкой гари от двух асфальтовых заводов, находящихся поблизости. Хозяйственное освоение прибрежной полосы водоема негативно сказывается на качестве воды - появляются признаки «цветения воды». В наиболее посещаемых местах (со стороны яхт-клуба и вдоль автодороги Калининград – Мамоново) наблюдается загрязнение воды от «умеренного» до «значительного». Непосредственно у форелевого хозяйства дно в районе садковой линии покрыто

мощным слоем ила. Сопоставление полученных сотрудниками КГТУ в июне 2004 г. результатов у садковых линий с требованиями ОСТ 15-282-83 показало, что концентрация растворенного кислорода в придонных слоях ниже, а величина перманганатной окисляемости на пороге нормативов для летних форелевых прудов /1,2,30/.

В настоящее время озеро Верхнее включено в рекреационную зону, при организации которой был допущен ряд нарушений. В частности, не была в должной мере проведена экологическая экспертиза, и ряд объектов построен непосредственно в водоохраной зоне озера без положительного заключения. Наблюдается подтопление водами прибрежных и заболоченных территорий, размыв и разрушение береговой полосы, особенно дамбы, не благоустроенность берегов.

Еще в 60-е годы прошлого века Верхнее озеро являлось объектом культурно-бытового использования. В настоящее время рекреационное значение озера практически потеряно, и связано это, прежде всего, с активным выносом в озеро неочищенных сточных вод, несанкционированно сбрасываемых как непосредственно в озеро, так и питающего озеро водотоки. В озеро на 2006 г. производился сброс дождевых и талых вод с прилегающей территории пятнадцатью коллекторами диаметром устьевой части от 150 до 700 мм. Объем илистых отложений на дне озера составлял 538,4 тыс. м³ и продолжает активно наращаться, особенно за счет приноса с рекой Голубая, о чем свидетельствует динамика их выноса на акватории озера южнее устья реки. Так, к югу от устья реки Голубая, сформировался своеобразный конус выноса наносов шириной от 40 до 80 и длиной 200 м. Практически полностью заполнился наносами участок озера за улицей Некрасова, который по сути своей является своеобразным, естественным отстойником как сточных вод, приносимых ручьем Северным, так и ливневых вод с прилегающей территории, сбрасываемых дождевыми коллекторами. Мощность донных отложений изменяется от 1,5 до двух, в северной части до 5-7,5 м в центральной и южной частях. Застойные условия водоема привели к преобладанию процессов аккумуляции наносов, снижению стока органических и биогенных веществ, что определяет цветение водоема. При наличии больших площадей мелководий, происходит обильное цветение воды, зарастание и заболачивание берегов, что в целом характерно для озера Верхнее, особенно для его верхней трети.

Произведенные Заповодпроектом микробиологические и химические исследования проб воды озера, а также исследования проб донных отложений свидетельствует о неблагоприятной экологической и санитарно-эпидемиологической

ситуации, сложившийся на озере. Как результат действия всех вышеперечисленных факторов является ежегодный запрет на использование озера Верхнее как объекта культурно – бытового назначения.

В конце 80-х годов прошлого века озеро подвергалось частичной очистке от донных отложений. Однако объемы очистки были малы существенно на улучшение экологической ситуации повлиять не смогли. Водосбросные сооружения, обеспечивающие сброс воды из озера Верхнее в принимающие ручьи Парковый, Литовский и пруд Нижний, находятся в неудовлетворительном состоянии, что не позволяет поддерживать требуемые уровни воды в озере, в результате этого неоднократно затапливались подвальные помещения музея Янтаря. Водосброс, сбрасывающее воду в ручей Парковый, находится в аварийном состоянии. Регулирующие трубчатые сбросные сооружения заилены и забиты мусором, затворные устройства находятся в нерабочем состоянии. Произведена несанкционированная реконструкция (поднят порог) сбросного сооружения в ручей Литовский. Состояние водосбросного сооружения, связывающего озеро Верхнее и пруд Нижний, не позволяет производить маневрирование затворными устройствами. Сброс воды из озера Верхнее в настоящее время осуществляется только в ручей Парковый, что приводит к регулярному повышению уровня воды в нем выше расчетного и подтоплению прилегающих территорий и сооружений /16,20,21/.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1. Фауна моллюсков озера Форелевое

Фауна моллюсков озера Форелевое несомненно сформировалась из таковых фаун прибрежной зоны Вислинского залива (Ушаковской бухты) и фауны впадающего в него мелиоративного канала с примыкающим тростниковым водно-болотным угодием. В целом, из-за осолоненности и невысоких показателей трофности условия обитания моллюсков сходны с таковыми в заливе с поправкой на распреснение, меньшую роль волнения, более развитую заросль прибрежной водной растительности с точки зрения емкости среды.

Преобладающим видом двустворчатых моллюсков в озере является *Dreissena polymorpha*, в незначительных количествах встречаются *Unio tumidus*, *U. pictorum*, а также некоторые виды беззубок. Дрейссена распространена по всему водоему и имеет пятнистое распределение по наличию подходящего субстрата для ее прикрепления - тростниковая поросль, камни и друзы других особей дрейссены, подводные предметы, раковины крупных двустворчатых моллюсков. Удельная биомасса дрейссены на 1999-2000 гг. составляла от 50 до 80 г/м², численность на 2001 г. от 8 до 444 экз./м². Следует отметить, что ей характерны резкие колебания численности, биомассы и размера требующие отдельных изысканий с обоснованием причин данных изменений. Общее распределение дрейссены в водоеме характеризуется следующими показателями: глубины встречаемости от 0,25 до 3 м, по другим сведениям до 10 м иногда сплошным покровом, в островках рдестов поднимающихся к поверхности (видимо, маркирующих подводные отмели и банки) дрейссена образует скопления до 10-12 тыс. экз./м², участками сгущения популяции дрейссены можно считать южную и восточную часть карьера - с отмелями и тростниковой зарослью на печано-каменистом грунте, участками разрежения являются западный и северо-восточный берега на илисто-песчаном грунте с черным налетом или органическими остатками, дрейссена покрывает в качестве обрастаний понтоны рыбного хозяйства.

Из брюхоногих моллюсков в озере преобладают в прибрежной зоне в порядке убывания *Bithynia tentaculata*, *Planorbis planorbis*, *Valvata piscinalis*, амплavidные прудовики (*Lymnaea auricularia*, *L. ovata*, *L. monnardi*), *L. stagnalis*, *Physa fontinalis*, *Potamopyrgus jenkency*, *L. palustris*. Всего мною было найдено 21 брюхоногих и 5 видов двустворчатых моллюсков. Распределение видов моллюсков по станциям приведено ниже (табл. 11, рис.5).

Таблица 11

Распределение моллюсков по станциям в озера Форелевое и окрестностях в 2006 г.

Наименование видов	Номера станций										Обилие в водоеме	
	1	2	3	4-5	6	7	8	9	10	11		
Gastropoda												
<i>Viviparus viviparus</i>		+										единично
<i>Viviparus contectus</i>											+	сопряженный
<i>Valvata planorbulina</i>											+	сопряженный
<i>Valvata piscinalis</i>	+	+	+	+		+	+					многочисленный
<i>Bithynia tentaculata</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	массовый
<i>Bithynia tentaculata</i> f. <i>producta</i>	+											малочисленный
<i>Bithynia leachi</i>										+	+	малочисленный
<i>Potamopyrgus</i> sp.	+	+	+			+	+			+		массовый
<i>Acroloxus lacustris</i>	+		+			+	+					характерный
<i>Planorbarius corneus</i>											+	сопряженный
<i>Planorbis planorbis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	многочисленный
<i>Anisus vorticulus</i>										+		единичный
<i>Anisus vortex</i>	+									+	+	редкий
<i>Anisus contortus</i>											+	сопряженный
<i>Physa fontinalis</i>											+	многочисленный
<i>Lymnaea stagnalis</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	характерный
<i>Lymnaea auricularia</i> f. <i>ampla</i>	+	+	+	+	+	+			+			многочисленный
<i>Lymnaea ovata</i>	+				+	+		+	+			многочисленный
<i>Lymnaea monnardi</i>			+	+		+	+	+	+			характерный
<i>Lymnaea palustris</i>	+	+		+			+	+	+			малочисленный
<i>Segmentina</i> sp.		+									+	редкий
Всего видов брюхоногих	11	9	8	7	4	8	8	6	10	12		
Bivalvia												
<i>Dreissena polymorpha</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	массовый
<i>Unio tumidus</i>		+	+	+	+		+		+			малочисленный
<i>Anadonta piscinalis</i>		+										единичный
<i>Sphaerium nitidum</i>											+	единичный
<i>Pisidium</i> sp.		+										единичный
Всего видов двустворчатых	1	4	2	2	2	1	2	1	2	2		
Всего видов на станцию	12	13	10	8	6	9	10	7	12	14		

В выше приведенной таблице дана следующая качественная классификация обилия принятая в данной работе в порядке убывания обильности: массовый (встречается повсеместно, везде многочисленен); многочисленный (уступает массовому по численности); характерный (присутствует в водном объекте повсеместно,

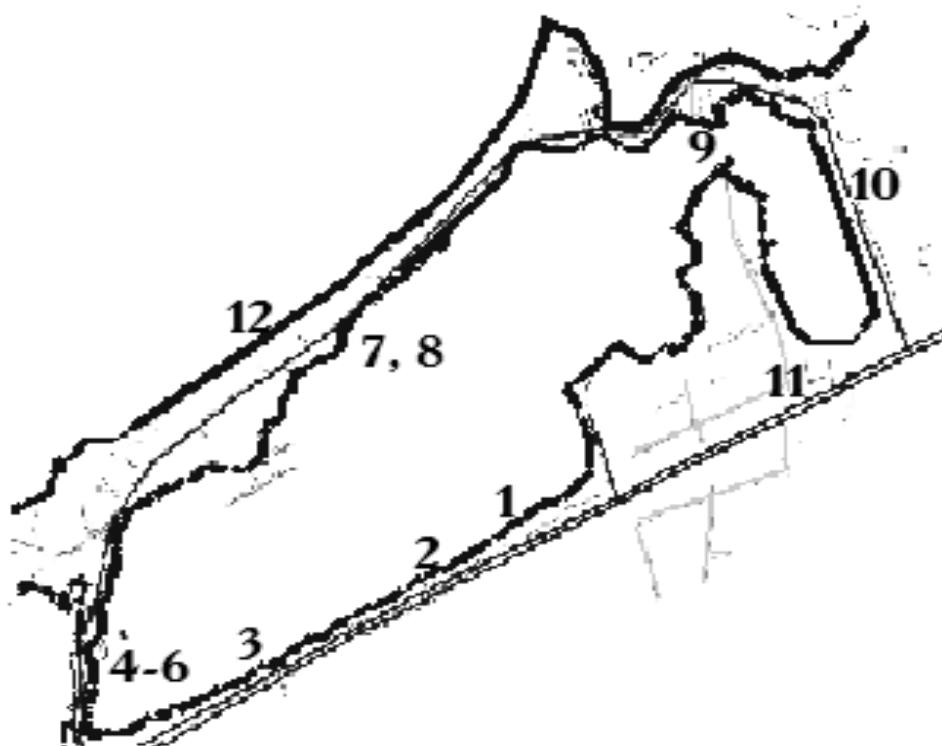


Рис. 5. Станции сбора моллюсков на озере Форелевом

часто обнаруживается, но не достигает большой численности); малочисленный (периодически попадает, встречается не везде); редкий (встречается редко, субединично); единичный (единожды установленный); сопряженный (найденный в связанных с водоемом водных объектах, но не обнаруженный в водоеме).

6.2. Фауна моллюсков озера Верхнее

По собственным сборам двустворчатые моллюски преобладали над брюхоногими из-за неразвитости прибрежной гелофитной растительности. Это подтверждается фактом того, что брюхоногие моллюски попадались тем чаще и больше, чем развитей и обильней была прибрежная заросль макрофитов.

По результатам исследования фауны моллюсков озера студенткой КГУ Пуляковой Ю.Я., были собраны количественные сведения о фауне брюхоногих моллюсков на 12 станциях с указанием видов на станцию для трех месяцев – июня, августа, сентября 1998 г. (табл. 12, рис. 6). Для данной работы они были формализованы в общую качественную таблицу обнаружения, где число от одного до трех соответствует числу обнаружений вида на станцию за три сбора один раз в месяц.

Таблица 12

Распределение брюхоногих моллюсков (по исследованию Пуляковой Ю.Я., КГУ) в озере Верхнем в 1998 г.

Наименование вида	Номера станций												Число обнаружений за три месяца	
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	станций	раз	
	<i>Bithynia tentaculata</i>	-	3	2	3	3	-	3	3	1	-			3
<i>Planorbis planorbis</i>	3	-	1	2	2	-	-	-	-	3	-	5	11	
<i>Lymnaea ovata</i>	3	1	3	-	1	-	2	3	3	-	2	7	17	
<i>Planorbarius grandis</i>	-	-	2	2	1	1	-	-	1	2	-	6	8	
<i>Planorbarius corneus</i>	-	-	-	3	2	2	-	-	1	2	-	5	11	
<i>Anisus vortex</i>	-	1	1	-	1	2	-	-	1	2	1	7	9	
<i>Bithynia leachi</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	4	
<i>Lymnaea stagnalis</i>	-	3	-	-	-	-	-	3	3	3	3	6	15	
<i>Bithynia curta</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	5	
<i>Viviparus contectus</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	
<i>Lymnaea peregra</i>	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2	
<i>Viviparus viviparus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
<i>Lymnaea patula</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	
<i>Lymnaea palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	3	4	
<i>Lymnaea corvus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
<i>Anisus laevis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	
<i>Lymnaea auricularia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
Всего видов брюхоногих	6	5	5	5	7	4	3	6	8	6	5	-	-	

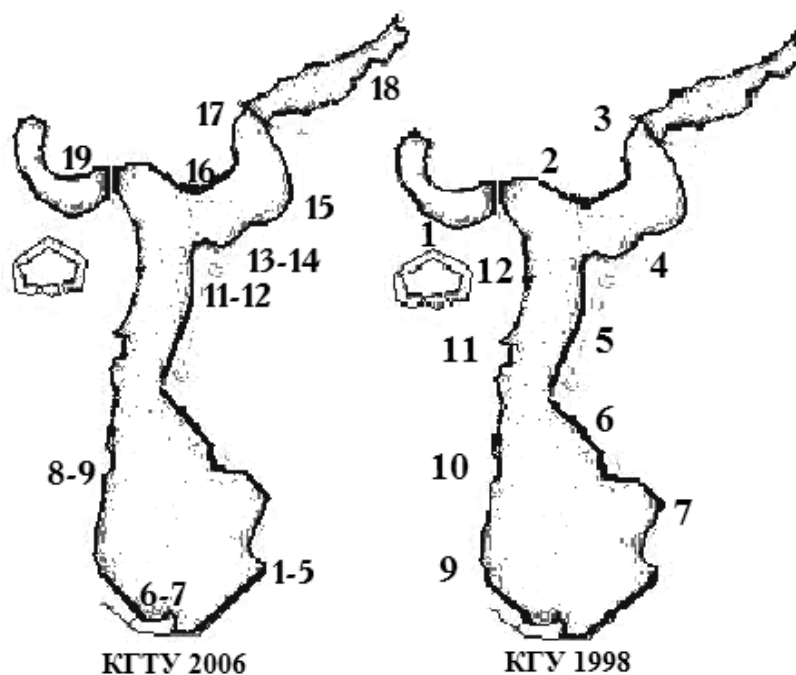


Рис. 6. Станции сбора моллюсков на озере Верхнем

Подсчитав общее количество обнаружений по станциям можно получить рейтинг обилия данного вида в водоеме, а число станций обнаружений – рейтинг распространенности данного вида по водоему.

Таким образом, наиболее обильными были *V.tentaculata*, *L.ovata*, *L.stagnalis*, *P.planorbis*, *P.corneus*, *A.vortex*, *P.grandis*.

Для распространенности был следующий порядок: *V.tentaculata*, *L.ovata*, *A.vortex*, *L. stagnalis*, *P.grandis*, *P.planorbis*, *L.palustris*.

Центр водоема, занятый илами был лишен танатоценозов и моллюсков в целом. Он имел вид слабоволнистой поверхности сложенной грязно-серыми темными илами занимавшими большую часть пруда, за исключением узкой прибрежной супесчаной полосы, местами с опесчаниванием и сильно засоренный корягами, камнем, листвой и бытовым мусором.

По собственным сборам, наиболее массовыми видами брюхоногих моллюсков являлись *V. tentaculata*, прудовики, булиниды, а также *P. planorbis*, *A. vortex*.

Прудовики, особенно амплывые, получили наибольшее развитие на участках с наиболее пологим не заиленным дном, с более обширными мелководиями и развитой растительностью участок бывших карт намыва очистки пруда и восточное побережье у домов Лукойла. Однако, судя по субфоссильным раковинам, они имели в историческом прошлом и другие участки высокого обилия (табл. 13, 14).

Часть «болотной» фауны – *P.corneus*, *V.contextus*, *P.planorbis*, отчасти *L. stagnalis* – достигла большего обилия в относительно застойных и заболоченных зонах, а также местах выклинивания ожелезненных грунтовых вод – в верховьях пруда в зоне впадения р. Северный, реки Голубая, а также в центре пруда у восточного побережья у домов Лукойла. Частично это может обосновываться поступлением сточных вод со стоком впадающих водотоков, что косвенно подтверждается ослизнением подводных предметов и кислым запахом от воды.

Повсеместно обнаруженные субфоссильные раковины *V.tentaculata*, *L.stagnalis*, *L.auricularia*, *L.ovata*, *P.corneus*, *P.planorbis*, *A.vortex*, отчасти *A.albus* – являлись широкораспространенными и обильными видами исторически и во многом сохранили свои позиции на момент осушения пруда, что подтверждается раковинными сборами недавно умерших особей.

Из двустворчатых моллюсков в танатоценозах наибольшего развития получили *A.piscinalis*, *U.pictorum*, которые, судя по молодым, успешно размножались в пруду. В меньшей степени это относится к *A.ponderosa*, которая была представлена крупными взрослыми особями, а молодь встречалась только в виде раковин.

Таблица 13

Распределение видов брюхоногих моллюсков по станциям в озере Верхнее по собственным сборам

Наименование вида	Номера станций									Обилие
	1	2	3	4	8	13	15	16	18	
<i>Planorbarius corneus</i>	+	+	+		+	+	+		+	многочисленен
<i>Planorbis planorbis</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	многочисленен
<i>Anisus vortex</i>	+	+	+							характерный
<i>Anisus albus</i>		+	+							малочисленен
<i>Armingia crista</i>		+								единично
<i>Viviparus viviparus</i>										вымер
<i>Viviparus contectus</i>		+		+		+	+		+	характерный
<i>Valvata piscinalis</i>	+	+		+	+	+	+	+		характерный
<i>Bithynia tentaculata</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	многочисленен
<i>B. tentaculata f. producta</i>		+								малочисленен
<i>Bithynia leachi</i>		+	+							редок
<i>Potamopyrgus sp.</i>	+									редок
<i>Acroloxis lacustris</i>					+					редок
<i>Anisus contortus</i>		+	+							редок
<i>Hippeutis complanatus</i>	+	+	+		+					редок
<i>Physa fontinalis</i>		+								характерный
<i>Lymnaea stagnalis</i>	+		+		+				+	многочисленен
<i>Lymnaea auricularia</i>	+	+			+	+	+		+	характерный
<i>Lymnaea stagnalis fragilis producta</i>									+	редок
<i>Lymnaea ovata</i>		+						+		характерный
<i>Lymnaea monnardi</i>		+		+	+	+				малочисленен
<i>Lymnaea truncatula</i>		+							+	редок
<i>Lymnaea oblonga</i>		+								очень редок
<i>Lymnaea palustris</i>	+									малочисленен
<i>Lymnaea corvus</i>								+		малочисленен
<i>Lymnaea atra</i>		+								очень редок
Всего видов брюхоногих	11	18	8	5	9	7	8	4	7	

Таблица 14

Распределение видов двустворчатых моллюсков по станциям в озере Верхнее по собственным сборам

Наименование вида	Номера станций													Обилие
	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	14	17	18	
<i>Unio pictorum</i>	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	массовый
<i>Unio tumidus</i>					+	+			+	+	+			редкий
<i>Anodonta zellensis</i>						+				+	+			редкий
<i>A. piscinalis</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+			массовый
<i>A. ponderosa</i>	+	+			+		+	+	+	+	+			малочисленный
<i>Euglesa sp.</i>	+													единично
<i>Sphaerium nitidum</i>		+											+	единично
<i>Sph. corneum</i>		+												единично
Всего видов	3	4	2	1	4	4	3	2	4	4	4	1	1	

Наиболее развитые танатоценозы с преобладанием *U.pictorum*, *A.piscinalis* и отчасти *A.ponderosa*, находились в низовьях пруда в наиболее проточной его части, а также в местах наиболее пологого склона и наибольшего размера мелководий занятых подходящими грунтами – опесчаненной супесью, позволявшим двустворчатым моллюскам находиться ближе к поверхности и в относительном удалении от грязно-серых илов ложа, а также зарываться в грунты. Наибольшие скопления моллюсков зафиксированы на глубинах не более 1 м, которые подступали практически к урезу. Наибольшее число раковин и скоплений моллюсков наблюдались вдоль восточного и западного берега пруда в нижней его наиболее расширенной части, а также вдоль восточного берега у домов Лукойла ближе к центру водоема. Танатоценозы были более обильны, и распространены по всей береговой зоне пруда, однако на момент его осушения распространенность сформированных сообществ снизилась с их концентрированием в местах некогда являвшимися центрами обилия водоема по двустворчатым моллюскам, что подтверждается обилием захороненных раковин в грунтах этих мест. Снижение обилия особенно сказалось в верховьях пруда до практически полного исчезновения моллюсков в местах впадения р. Северный и реки Голубая, а также в обеднении центральной части водоема.

Судя по обилию скоплений раковин на «кормовых столиках» водяных крыс, заселявших норы, трубы и прочие убежища в берегах пруда, основным их объектом питания служили моллюски *U.pictorum*, лишь в верховьях пруда у впадения р. Северный в этих скоплениях обнаруживались раковины *A.piscinalis*, что может косвенным образом подтверждать обеднение танатоценозов *U.pictorum* в верховьях. Такое предпочтение одного вида в питании скорее всего связано с его обильностью в водоеме, а также в сравнительной легкости размыкания створок данного моллюска по сравнению с беззубками, что подтверждается моим личным опытом. Размер и обильность «кормовых столиков» крыс соотносится с общим распределением обилия танатоценозов, определенной в качественных величинах по раковинам недавно умерших и скоплениям еще живых моллюсков.

В верховьях пруда в месте впадения р. Северный субфоссильные *U.tumidus* отличались нарывчатой структурой перламутра, особенно в области прикрепления мускулов замыкателей, некоторые из них имели карликовый вид – округлые и вздутые. Также в местах развития танатоценозов у живых моллюсков отмечались деформации раковин, а также темные пятна в местах прикрепления мускулов замыкателей с гнилостным содержимым между стенкой раковины и мантией – у крупных беззубок. Девиации развития раковины отмечались и у брюхоногих моллюсков, что может

служить доводом в пользу неблагоприятных условий обитания моллюсков в данном водоеме.

6.3. Сопоставление обитающих моллюсков в водоемах

Озеро Форелевое по видовому разнообразию брюхоногих моллюсков примерно соответствует Верхнему, число найденных видов по собственным сборам составило 22, с учетом сведений других авторов - 27, при детальном определении затворок до 31 вида. Число обнаруженных видов в Верхнем пруду оставило по собственным сборам - 24, всего при привлечении сведений других авторов - 36, при учете возможных ошибок определения - около 30. Число видов крупных двустворчатых моллюсков по собственным сборам и литературным сведениям в оз.Форелевое и Верхнее совпадает и представлено пятью видами.

Таким образом, для индикации состояния водоемов по критерий видового разнообразия использоваться не может.

По макротаксонам брюхоногих моллюсков устанавливается общая тенденция преобладания легочных видов моллюсков над жаберными, что характерно для большей части территорий подвергшихся оледенению /8/. Однако при сравнении числа видов одной группы в озере Форелевое обнаружено 10 видов жаберных моллюсков (при детальном определении затворок), в то время как в Верхнем озере только - шесть видов. Среди легочных моллюсков в озере Верхнее обнаружено 18 видов, в озере Форелевое - 15 видов.

Таким образом, в относительно чистом озере Форелевом больше жаберных видов, а в подверженном «цветению» Верхнем - легочных. Однако, небольшие различия, и отсутствие информативности в данных показателях при относительной недоисследованности водоемов, особенно Форелевого озера не позволяют использовать данные критерии для оценки состояния водоемов.

Единственными критериями оценки состояния водоемов могут стать индикаторные виды моллюсков, их обилие, показатели роста и распределение в водоеме с указанием экологических характеристик прочих видов (табл. 15, 16).

Для сравнения водоемов, необходимо указать общие и характерные только данному водоему виды, обнаруженные по собственным сборам. Число общих видов брюхоногих моллюсков составило - 14, двустворчатых - три. Число специфичных видов только для озера Форелевое - три, Верхнее - пять.

Таблица 15

Перечень общих видов для озер Форелевое и Верхнее с указанием их обилия

Наименование вида	Обилие видов в водоемах		Зона сапробности и тип дыхания
	оз. Верхнее	оз. Форелевое	
Gastropoda			
<i>Bithynia tentaculata</i>	массовый	массовый	β +, жаберный
<i>Bithynia leachi</i>	редок	очень редок	жаберный
<i>Valvata piscinalis</i>	характерный	характерный	β +, жаберный
<i>Potamopyrgus sp.</i>	редок	массовый	жаберный
<i>Lymnaea stagnalis</i>	многочисленен	массовый	β 2-7-1
<i>Lymnaea auricularia</i>	характерный	многочисленный	β-а
<i>Lymnaea ovata</i>	характерен	многочисленный	β 3-4-3
<i>Lymnaea monnardi</i>	малочисленен	характерный	-
<i>Lymnaea palustris</i>	малочисленен	малочисленный	β +
<i>Physa fontinalis</i>	характерный	многочисленный	β +
<i>Planorbis planorbis</i>	многочисленен	многочисленный	β +
<i>Anisus vortex</i>	многочисленен	редкий	-
<i>Acroloxus lacustris</i>	редок	характерен	β +
<i>Viviparus viviparus</i>	ориентировочно вымер	единично	β +, жаберный
Bivalvia			
<i>Unio tumidus</i>	субединичный	малочисленный	β +, жаберный
<i>Anodonta piscinalis</i>	массовый	единичный	жаберный
<i>Sphaerium nitidum</i>	редок	редок	жаберный

Таблица 16

Перечень специфичных видов для озер Форелевое и Верхнее с указанием их обилия

Наименование вида	Обилие видов в водоемах		Примечание
	Верхнее	Форелевое	
Gastropoda			
<i>Viviparus contectus</i>	характерный	сопряженный (нет)	β, жаберный
<i>Planorbarius corneus</i>	массовый	сопряженный (нет)	β +
<i>Planorbarius grandis</i>	массовый	сопряженный (нет)	β +
<i>Anisus albus</i>	характерный	нет	β +
<i>Anisus vorticulus</i>	нет	единичный	-
<i>Segmentina sp.</i>	нет	редок, сопряженный	-
<i>Anisus contortus</i>	малочисленен	сопряженный (нет)	-
<i>Physa acuta</i>	вымер	нет	а +
Bivalvia			
<i>Unio pictorum</i>	массовый	нет или редок	β 0- 7 - 3, жаберный
<i>Dreissena polymorpha</i>	нет	массовый	о-β, жаберный

6.4. Экологическая характеристика найденных моллюсков

Следует привести характеристику найденных видов моллюсков по отношению к субстратам, указать трофические особенности, а также характерные местообитания вида /13,26,27,31/.

В таблицах для субстратов приняты следующие обозначения: п - пелофильный, пс - псаммофильный, лт - литофильный, ф - фитофильный, эпи – эпибионтный (табл. 17, 18)

Таким образом, можно сделать вывод об относительно большем развитии брюхоногих моллюсков питающихся детритом в Верхнем озере, а также широкое распространение в обоих водоемах моллюсков эврифагов (цветковые, водоросли, детрит, трупы животных и т.п.) В Верхнем озере были развиты двустворчатые моллюски, имеющие возможности потреблять цианобактерии (*Anodonta* sp.), в то время как в Форелевом была развита *Dreissena polymorpha* способная питаться диатомовыми водорослями, бактериями и детритом.

Таблица 17

Экологическая характеристика найденных брюхоногих моллюсков

Наименование вида	Субстрат	Питание	Местообитание
<i>Acroloxus lacustris</i>	ф	-	-
<i>Bithynia tentaculata</i>	лт, пс, п, ф	детрит, донные водоросли, сестон	в постоянных водоемах на растительности
<i>Lymnaea palustris</i>	ф, лт	цветковые, водоросли, трупы животных	во временных водоемах
<i>Anisus albus</i>	ф, лт	диатомовые, отмершие цветковые	на погруженной растительности в прудах, реках, озерах
<i>Lymnaea stagnalis</i>	ф, лт	цветковые, диатомовые, зеленые водоросли, трупы животных, бактерии, грибы, кладки и икра	в постоянных, иногда во временных водоемах на растительности
<i>Physa fontinalis</i>	ф	зеленые водоросли, диатомовые, отмершие цветковые, трупы животных	на растительности в разнообразных постоянных водоемах
<i>Physa acuta</i>	ф	зеленые водоросли, цветковые	-
<i>Planorbarius corneus</i>	ф	цветковые, диатомовые, зеленые, трупы животных	на растительности в водоемах

Продолжение табл. 17

Наименование вида	Субстрат	Питание	Местообитание
<i>Planorbis planorbis</i>	ф, лт	цветковые, диатомовые, зеленые водоросли, бактерии	прибрежной зоне разных водных объектов
<i>Lymnaea auricularia</i>	ф, лт	цветковые, диатомовые, зеленые водоросли, трупы животных	в постоянных водоемах на погруженной растительности
<i>Lymnaea ovata</i>	ф, лт	цветковые, диатомовые, зеленые водоросли, трупы животных, бактерии	в постоянных водоемах, преимущественно крупных
<i>Valvata piscinalis</i>	лт, пс, п, ф	донный детрит, диатомовые, сестон	на грунте, в реках, пойменных водоемах, в прудах и озерах
<i>Viviparus viviparus</i>	лт, пс, п	донный детрит, водоросли, цветковые, сестон	реки и озера в заросли, реже на открытом грунте
<i>Viviparus contectus</i>	ф, пс	донный детрит, диатомовые, зеленые водоросли, цветковые, бактерии, сестон	в стоячих, заросших водоемах
<i>Lymnaea patula</i>	ф, лт	-	в постоянных водоемах, на растительности
<i>Lymnaea truncatula</i>	ф, лт	-	временные водоемы, родниковые топи
<i>Lymnaea glutinosa</i>	ф, лт	-	в прудах, реках, озерах, на растительности
<i>Anisus contortus</i>	ф, лт	детрит	постоянные водоемы в зоне зарослей
<i>Anisus vorticulus</i>	ф, лт	-	постоянные водоемы, на погруженной растительности
<i>Anisus vortex</i>	ф, лт	диатомовые, отмершие цветковые	в зарослях постоянных водоемах
<i>Armingier crista</i>	ф, лт	-	постоянные водоемы на прибрежной растительности
<i>Hippeutis complanatus</i>	ф, лт	-	-
<i>Segmentina sp.</i>	ф, лт	-	в мелких постоянных и временных водоемах
<i>Bithynia leachi</i>	ф	донный детрит, водоросли	в прибрежных зарослях озер и рек
<i>Potamopyrgus sp.</i>	-	отмершие цветковые, зеленые водоросли, диатомеи, детрит	в солоноватых водах, в эстуариях

Таблица 18

Экологическая характеристика найденных двустворчатых моллюсков

Наименование вида	Субстрат	Питание	Местообитание
<i>Dreissena polymorpha</i>	пс, лт, эпи	диатомовые, бактерии, детрит, науплиусы, ракообразных	в достаточно чистых водах, на твердом субстрате
<i>Sphaerium corneum</i>	п, пс	детрит, водоросли, бактерии, протококковые, диатомовые	в стоячих водоемах, в зоне зарослей
<i>Unio pictorum</i>	п, пс	детрит, диатомовые, зеленые водоросли, бактерии, метаболиты симбиотических зоохлорелл	в реках на медленном течении, на песчаных заиленных грунтах
<i>Unio tumidus</i>	п, пс	детрит, диатомовые, зеленые водоросли, бактерии	в реках на медленном течении, на песчаных заиленных грунтах
<i>Anodonta cygnea</i>	п, пс	детрит, цианобактерии, диатомовые, зеленые водоросли	на илистом грунте в реках и озерах без течения
<i>Anodonta piscinalis</i>	пс	детрит, диатомеи, зеленые водоросли, цианобактерии	на песчаном заиленном грунте в реках и озерах без течения
<i>Sphaerium nitidum</i>	п, пс	-	в прудах и заводях рек, в прибрежных зарослях и на грунте
<i>Pisidium</i> sp.	п, пс	детрит, бактерии, водоросли	Различные местообитания

6.5. Оценка качества вод с использованием моллюсков

Для определения сапробности по моллюсков необходимо рассчитать индекс сапробности с учетом значения индикаторного веса и относительного обилия индикаторных видов моллюсков по следующей шкале баллов: один - очень редко, два - редко, три - нередко, пять - часто, семь - очень часто, девять – масса /28/.

Производится суммирование произведений индикаторного веса на обилие вида в баллах с последующим делением на сумму баллов обилия. Именно таким образом рассчитывается индекс сапробности /28/.

Для работы, в целях предварительной оценки, были взяты усредненные данные по обилию вида (качественная характеристика) на исследуемый водоем в целом, без учета его локальных особенностей. Этот обобщенный и формализованный подход позволит в некоторой степени исключить частные расхождения в результатах обловов моллюсков связанные с методикой и местом сбора проб (табл. 19).

Таблица 19

Расчет индекса сапробности по методу Пантле и Бука в модификации Сладечека

Индикаторный вид	Индикаторный вес	Обилие		Обилие на вес	
		Верхнее	Форелевое	Верхнее	Форелевое
<i>Acroloxus lacustris</i>	2	1	3	2	6
<i>Anisus albus</i>	2	3	2	6	4
<i>Bithynia tentaculata</i>	2	9	9	18	18
<i>Lymnaea auricularia</i>	2,5	5	3	12,5	7,5
<i>Lymnaea ovata</i>	2	9	5	18	10
<i>Lymnaea palustris</i>	2	3	5	6	10
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1,85	9	7	16,65	12,95
<i>Physa fontinalis</i>	2	5	5	10	10
<i>Physa acuta</i>	3	1	0	3	0
<i>Planorbarius corneus</i>	2	9	0	18	0
<i>Planorbis planorbis</i>	2	9	5	18	10
<i>Valvata piscinalis</i>	2	5	3	10	6
<i>Viviparus viviparus</i>	2	0	1	0	2
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,5	0	9	0	13,5
<i>Unio pictorum</i>	2,3	9	1	20,7	2,3
<i>Unio tumidus</i>	2	1	3	2	6
<i>Pisidium sp.</i>	1,15	1	0		
Суммы		79	61	160,85	118,25
Индекс сапробности				2,036	1,938
Оценка сапробности	1,6-2,0 - разряд достаточно чистые воды класса удовлетворительной чистоты				
	2,1-2,5 - разряд слабозагрязненных вод класса удовлетворительной чистоты				

По сведенным индикаторным характеристикам найденных видов моллюсков можно сделать вывод об общей β -мезосапробности рассматриваемых водоемов, однако, Верхний пруд отклоняется от данной характеристики в сторону α -мезосапробности благодаря *Unio pictorum*, *Physa acuta* и общему увеличению доли легочных моллюсков, особенно «болотной» фауны - *Viviparus contectus*, *Planorbarius corneus*. Поскольку *Physa acuta* была найдена в субфосильном состоянии, можно лишь предположить о еще большей степени сапробности водоема. Форелевое озеро также нельзя считать типичным β -мезосапробным водоемом, благодаря массовому развитию *Dreissena polymorpha* этот водоем можно отнести к α - β -мезосапробному типу, что косвенно

подтверждается относительно большим числом видов доминирующих жаберных моллюсков в водоеме.

В качестве помехообразующего фактора для оценки сапробности данных водоемов можно выделить общую неспецифичность фауны моллюсков к загрязнению нетоксичными стоками, эврибионтность некоторых видов. Следует также отметить общую обедненность фауны и нарушенность биоценозов береговой зоны Верхнего пруда по сравнению с Форелевым озером, вероятнее всего связанную с общей токсичностью вод, что косвенно подтверждается обнаруженными уродствами раковин моллюсков. В Форелевом озере может сказываться обедняющее действие осолонения затоками вод залива, а также фактор волнения, особенно на восточном берегу в совокупности с обрывистыми подводными склонами и узостью мелководий.

Для более точного определения сапробности данных водоемов необходимо проверить (верифицировать) данную оценку другими методами биологической оценки. Так Форелевое озеро в 1977-1980 гг. было оценено по зоопланктону как α - β -мезосапробный водоем, а также в 1993 г., что было подтверждено снова в 2000 году - β -мезосапробный тип. Озеро Верхнее в 2000 г. по зоопланктону было отнесено к β -мезосапробному типу. Используя гидрохимические показатели озер с использованием комплексной оценки качества вод можно сделать вывод о снижении степени сапробности вод Верхнего пруда из-за деградации биоценоза водоема, а также об адекватной оценке сапробности вод Форелевого озера (табл. 20) /1,14,15/.

При оценке качества вод озер Верхнее и Форелевое с использованием рыбохозяйственных нормативов можно сделать вывод о непригодности Верхнего озера к рыбохозяйственному использованию и пригодности Форелевого (табл. 21) /18/.

В сравнении с СанПин 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод ПДК в Верхнем озере были превышены по железу общему, азоту аммонийному, хлоридам, жирам, БПК₅, ХПК, свинцу, марганцу, фенолу и формальдегиду. Так же в грунтах реки Голубая обнаруживались хлорсодержащие пестициды. В соответствии с комплексной экологической классификацией качества поверхностных вод по показателю азот аммонийный и азот нитратов данные воды можно отнести к сильно загрязненным; по нитрит иону, фосфат иону – к грязному разряду качества вод. В целом, данным разрядам качества вод по той же классификации соответствует верхний разряд α -мезосапробного класса загрязненности вод, а также политрофная до гипертрофности оценка трофического состояния водоема. Данное расхождение физико-химических и биологических оценок водоема может косвенно подтверждать антибиотический эффект в Верхнем пруду /20/.

Оценка качества вод в озерах Форелевое и Верхнее с применением комплексной классификации качества природных вод

Показатель	Форелевое (гидрохимия на 2004)		Верхнее (гидрохимия на 2006)	
	фактическое значение	оценка по классификации	фактическое значение	оценка по классификации
Соленость, ‰	0,63-2,52	β-мезогалинные	--	-
Минерализация, мг/л	более 920 до 1725,4	β-мезогалинные	354-829	β-олигогалинные
Ионный состав	хлоридно-натриевые		-	
Взвешенные вещества, мг/л	-	-	3,0-30	слабозагрязненная
pH	7,30-8,55		7,1 - 7,8	
Ион аммония, мг/л	не обнаружен	предельно чистая	1,5-7,5	грязная
Нитриты, мгN/л	от 0,015-0,036 до исчезновения	от слабозагрязненной до чистой	0,016 - 0,147	до весьма грязной
Нитраты, мг/л	-	-	0,2 - 0,5	до слабозагрязненной
Фосфаты, мг/л	до 0,035-0,142	удовлетворительно чистая	0,11-0,30	загрязненная
Кислород, %	до 100 не ниже 80	чистая	-	-
ХПК, мг/л	-	-	42,0-224	предельно грязная
БПК ₅ , мг/л	-	-	1,1 - 15	до предельно грязной
сапробность (фитопланктон) 2000 г.	о-β-мезосапробные, β-мезосапробные,		β-мезосапробные	
сапробность (моллюски) 2006 г.	β'-мезосапробные (1.94) достаточно чистые		β''-мезосапробные (2.04) слабозагрязненные (ошибка!)	
Свинец, мг/л	-	-	0,002-0,059	достаточно чистая
Цинк, мг/л	-	-	0,01-0,08	достаточно чистая
Медь, мг/л	-	-	0,030-0,30	достаточно чистая
Марганец, мг/л	-	-	0,32-0,85	достаточно чистая
Хром, мг/л	-	-	0,01-0,089	достаточно чистая
Нефтепродукты, мг/л	-	-	0,05-0,19	слабозагрязненная
Фенол, мг/л	-	-	0,001-0,028	слабозагрязненная
Общая оценка	Удовлетворительно чистая		Грязная до предельно грязной	

Таблица 21

Оценка качества вод озера Форелевое и Верхнее в сравнении с ПДК для
рыбохозяйственных водоемов (мг/л)

Параметр	Норматив рыбохоз.	Верхнее		Форелевое	
		Значение	Оценка	Значение	Оценка
Кислород	Не менее 6	-	-	до насыщения	-
ХПК	30,0	42,0-224	прев.	-	-
pH	6,5-8,5	7,1 - 7,8	норм.	7,30-8,55	норм.
БПК5 мг/л	3,0	354-829	прев.	-	-
Азот аммонийный	0,5	1,5-7,5	прев.	нет	-
Азот нитратов	40	0,2 - 0,5	норм.	-	-
Азот нитритов	0,08	0,147	прев.	0,036	норм.
Фосфаты	0,15	0,30	прев.	0,142	норм.
Хлориды	300	65	норм.	358,9-362,8	норм.
Сульфаты	100	50	норм.	116	норм.
Фенол	0,001	0,001-0,028	прев.	-	-
Нефтепродукты	0,05	0,05-0,19	прев.	-	-
Хром	0,02	0,01-0,089	прев.	-	-
Свинец	0,006	0,002 -0,059	прев.	-	-
Марганец	0,01	0,32-0,85	прев.	-	-
Медь	0,001	0,030-0,30	прев.	-	-
Цинк	0,01	0,01-0,08	прев.	-	-
Вывод	-	Не пригоден к использованию		Пригоден к использованию	

При сопоставлении с комплексной классификацией качества поверхностных вод о-β-мезосапробный тип озера Форелевого соответствует классу удовлетворительной чистоты, разряду достаточно и вполне чистых вод.

При сопоставления данных гидрохимического режима вод озера Форелевое с классификацией, на 1977-80 гг. воды по БПК и ХПК характеризовались как достаточно чистые, в 1993 г. по нитритам, фосфатам и кислороду – удовлетворительной чистоты, в 2004 г. по кислороду, фосфатам к достаточно чистым водам класса удовлетворительной чистоты, что подтверждает о-β-мезосапробный тип водоема и правильность его биологической оценки /17/.

Следует отдельно отметить весомую роль осолоненных затоков наиболее загрязненных вод залива со стороны Яхт-клуба, которые не могут не сказываться на фауне и экологическом состоянии водоема.

Биотический индекс характеризует воду озера форелевого на 2004 год как переходную от «умеренно загрязненной» к «грязной»: 2-3 класс. Наиболее

загрязненным, из года в год, был район у яхт-клуба: качество воды соответствует 3-4 классу /1/.

В итоге можно сделать вывод о пригодности использования вод Форелевого озера для рыбохозяйственных нужд, а также непригодности вод Верхнего пруда для водохозяйственных целей.

ВЫВОДЫ

Исследуемые водоемы характеризуются мезосапробной степенью загрязнения вод. Верхнее озеро уклоняется в сторону α -мезосапробности, поэтому может считаться α - β мезосапробным. Форелевое озеро уклоняется в сторону олигосапробности и может считаться α - β мезосапробным.

Оценить сапробность с использованием моллюсков удалось только для озера Форелевое, а озеро Верхнее было оценено неадекватно из-за методических ошибок или специфичности сообществ моллюсков в данном сильнозагрязненном водоеме.

С использованием комплексной классификации качества поверхностных вод озеро Форелевое относится к мезотрофному типу, с отклонениями до мезо-эвтрофного уровня, озеро Верхнее относится к политрофным до гипертрофности водоемам.

Озеро Верхнее находилось в момент осушения в крайне неудовлетворительном состоянии и характеризовалась как сильно загрязненное и грязное по качеству вод, а озеро Форелевое относилось на момент исследования к удовлетворительно чистым водным объектам в сравнении с комплексной классификацией качества поверхностных вод.

Оценки сапробности данных водоемов биологическим способом с использованием моллюсков подтверждают результаты физико-химических исследований и биоиндикации по зоопланктону качества вод с использованием комплексной классификации качества поверхностных вод.

Можно сделать вывод о пригодности использования вод Форелевого озера для рыбохозяйственных нужд (выращивание такого требовательного к условиям обитания вида как форель), а также непригодности вод Верхнего пруда для водохозяйственных и рыбохозяйственных целей.

Моллюски могут дать только общую характеристику качества вод в водоемах и могут быть успешно применены для оценки общего экологического состояния, типизации водоемов не дорогостоящими, но требующими высокой квалификации методами биологического анализа вод.

Использование моллюсков для биологического анализа вод разработано в пределах региона недостаточно, как и исследована фауна моллюсков, а также методика может давать большие ошибки в сильно преобразованных водоемах, находящихся под постоянным поступлением загрязнителей разной природы и действия. Именно по этому, необходимо отдельно разработать частную методику типизации водных объектов с использованием моллюсков для Калининградской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Берникова Т. А. и др. Экологическое состояние озера Форелевого / Берникова Т. А., Дубравин В. Ф., Шибаева М. Н., Уманский С. А. // Известия КГТУ. № 7, - Калининград: КГТУ, 2005. – С. 30-34.
2. Берникова Т.А. Озеро Форелевое // Калининградская область. Очерки природы. – Калининград: Янтарный сказ, 1999. – С. 90-91.
3. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. - 275 с.
4. Водоемы Калининградской области. Оценка экологического состояния. (Экологический мониторинг и управление водными ресурсами Калининградской области Проект Tasis ENVRUS 9803). -Калининград: КГТУ, 1999. - 66 с.
5. Возраст и особенности роста *Dreissena polymorpha* в карьере «Прибрежный» в 2001 г. // Некоторые проблемы прикладной гидробиологии в творчестве молодых - Калининград: КГТУ, 2002. – С. 172-193.
6. Географический Атлас Калининградской области -Калининград: Издат. КГУ- ЦНИТ, 2002. - 276 с.
7. Дрейссена *Dreissena polymorpha* (Pallas) (Bivalvia, Dreissenidae). Систематика, экология, практическое значение.- М.: Наука, 1994.-185 с.
8. Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР.-М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952.- 376с.
9. Каменев А.Г. Биопродуктивность и биоиндикация водотоков Правобережного Средневожья. -Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1993. - 228 с.
10. Корпякова Е.А. Оценка экологического состояния Форелевого озера пос. Прибрежного по гидробиологическому анализу зоопланктона // Прибрежный. Прошлое, настоящее, будущее. – Калининград, 2001. - С. 49 - 52.
11. Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. – Смоленск: СГПУ, 2005. - 507 с.
12. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - 275 с.
13. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. – М.: Наука, 1998. - 318 с.
14. Науменко Е.Н., Самохвалова Л.К., Шевченко Е.Н. Характеристика солоноватого карьера «Прибрежный» используемого для товарного выращивания рыб в

Калининградской области // Тез. докл. Всесоюз. конф. молод. учен. и спец. «НТП и молодежь» - Калининград: АтлантНИРО, 1981. - С. 83-85.

15. Новоженин Н.П., Хрусталева Е.И. Формирование маточного стада радужной форели в солоноватых водах // Рыбное хозяйство. -1989. - № 11. - С. 3-4.

16. Обоснование инвестиций «Реконструкция гидротехнических сооружений и зоны отдыха вокруг озера Верхнее в г. Калининграде» Т. III. - Материалы «Оценка воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду» - Калининград: Заповодпроект, 2005. - 50 с.

17. Оксийук О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, - 1993. -Т. 29. - № 4. - С. 62-76.

18. Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК и ОБУВ вредных веществ для водных объектов имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.

19. Пулякова Ю.Я. Фауна брюхоногих моллюсков Верхнего и Нижнего прудов г.Калининграда (Дипломная работа). – Калининград: КГУ, 1999. – 91 с.

20. Реконструкция гидротехнических сооружений и зоны отдыха вокруг озера Верхнее в г. Калининграде // Рабочий проект. Т. 7. Охрана окружающей среды. ПК 1 Кн. 1. (Очистка озера Верхнее и прилегающих к нему водоемов от донных отложений, благоустройство и озеленение, прилегающей к озеру территории). – Калининград: Заповодпроект, 2006. - 117 с.

21. Реконструкция гидротехнических сооружений и зоны отдыха вокруг озера Верхнее в г. Калининграде // Рабочий проект. Т. 7. Охрана окружающей среды. ПК 2. Кн. 3. (Заключение о степени загрязнения донных отложений озера Верхнее, прилегающих водоемов и водотоков) – Калининград: Заповодпроект, 2006. - 88 с.

22. Смирнова А.В. Межгодовые колебания размерного состава и биомассы *Dreissena polymorpha* на понтонах нерестово-выростного форелевого хозяйства «Прибрежное» (1999-2000 г.г.) // Прибрежный. Прошлое, настоящее, будущее. - Калининград, 2001. С. 57-59.

23. Смирнова С.В. О сезонной динамике численности личинок *Dreissena polymorpha* (Pallas) в озере Форелевом в 2000 г. // Некоторые проблемы прикладной гидробиологии в творчестве молодых. – Калининград: КГТУ, 2002. – С. 163 – 171.

24. Смирнова С.В. Особенности распределения *Dreissena polymorpha* на озере Форелевом // Прибрежный. Прошлое, настоящее, будущее. - Калининград, 2001. С. 54-57.

25. Смирнова С.В. Характеристика некоторых аспектов биологии и основных эколого-популяционных параметров двустворчатых моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) из озера Форелевого // Тез. докл. VIII Съезда гидробиол. общества РАН (Калининград, 16-23 сентября 2001 года).- Калининград, 2001.- Т.3.- С. 75-76.

26. Старобогатов Я.И. Класс Брюхоногие моллюски *Gastropoda* // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С. 152-174.

27. Старобогатов Я.И. Класс Двустворчатые моллюски *Bivalvia* // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С. 123-152.

28. Унифицированные методы исследования качества вод (СЭВ). Методы биологического анализа вод. – М.: ВНИРО, 1975. - 176 с.

29. Экологический атлас г. Калининграда - Калининград: ЕКАД-Калининград, 1999. - 10 карт.

30. Экологический мониторинг водоемов Калининградской области: Отчет по НИР за 1991 год/ МРХ СССР, Калинингр. техн. ин-т рыб. пром-сти и хоз-ва. - Калининград, 1993. - 84 с.

31. Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. - М.: Наука, 2003. - 389 с.

32. Glöer P., Meier-Brook C. Süßwassermollusken. - Hamburg: V&A, 2003. - 135 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Водоток	Створ	Площадь водосбора, км ²	Максимальные расходы воды										Меженные		Минимальные среднемесячные летн. зимн.			
			весеннего половодья					дождевых паводков										
			Обеспеченность, Р%															
			0,5	1	3	5	10	0,5	1	3	5	10	10	50		95		
река Голубая	8 (устье)	31,8	5,685	4,577	4,496	3,016	2,307	2,757	2,330	1,576	1,248	0,855	0,266	0,131	-			
			4,548	3,662	2,797	2,413	1,846	1,188	1,004	0,679	0,538	0,368						
ручей Северный	11	9,75	4,017	3,346	2,691	2,401	1,971	4,493	3,976]	3,062	2,664	2,187	0,082	0,040	-			
			3,078	2,564	2,062	1,840	1,510	1,568	1,387	1,068	0,930	0,763						
канал К-1	12	0,70	0,574	0,478	0,384	0,343	0,282	0,842	0,745	0,574	0,499	0,410	0,006	0,003	-			
			0,346	0,288.	0,232	0,207	0,170	0,207	0,183	0,141	0,123	0,101						
озеро Верхнее	13	43,66	10,276	8,401	6,571	5,760	4,560	8,092	7,051	5,212	4,411	3,452	0,365	0,180	0,005			
			8,423	6,886	5,386	4,721	3,738	3,712	3,234	2,391	2,023	1,583			0,043			

Примечание: в числителе – мгновенные расходы воды в знаменателе — среднесуточные расходы воды

