

СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ Р.ЖЕЛВАТА

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Козловская О.И. к.б.н., н.с. ИБВВ РАН
 Васильева М. И. м.н.с. ИБВВ РАН
 Баканов А.И. к.б.н., ст.н.с. ИБВВ РАН
 Крылов А.В. к.б.н., н.с. ИБВВ РАН
 Фролова Г.И. инженер-гидробиолог ГосКомГидромет
 Конов В.В. к.б.н., врач-лаборант «Биан»
 Львова С.П., член МАНЭБ, сотрудник ООО «Волга-Центр»
 Попов В.В., сотрудник ООО «Волга-Центр»

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение	1
1. Объем и методика работ	2
2. Гидроморфологическое описание	4
3. Характеристика основных источников загрязнения	6
4. Гидробиологические исследования	7
4.1 Высшая водная растительность	7
4.2 Фитопланктон	12
4.3 Зоопланктон	18
4.4 Зообентос	20
5. Токсикологическое исследование воды (биотестирование)	24
6. Гидрохимический состав воды и классы ее качества	26
Заключение	29
Литература	31
Приложение	33

ВВЕДЕНИЕ

Решение проблемы сохранения основных водоемов России, в том числе и реки Волга, необходимо начинать с сохранения малых рек и водотоков. В последние десятилетия антропогенная нагрузка на экосистемы малых рек сильно увеличилась в связи с рядом таких факторов как: увеличивающейся интенсификацией хозяйственной деятельности на их водосборах, возрастающим потреблением их водных ресурсов, сбросом в них сточных вод, использованием их для различного рода хозяйственной деятельности (например, лесосплав). В настоящее время масштабы антропогенного воздействия на природу велики и не все водные объекты его выдерживают, что приводит к губительным для них последствиям и резкому ухудшению качества воды. Чтобы деградация малых рек не стала неизбежной, необходимо в первую очередь проводить постоянное наблюдение за качеством природных водоемов и за экологическим состоянием окружающей среды. Достоверная научная информация о состоянии водных объектов необходима для охраны и восстановления водных экосистем и принятия адекватных управленческих решений.

В соответствии с программой работ основных? задач? исследований составили:

- гидрологическое и морфологическое исследования водотока;
- описание антропогенной нагрузки на экосистем реки;
- гидрохимический анализ воды и классификация вод по классам качества;
- гидробиологические исследования: изучение состояния и структуры сообществ высшей водной растительности, фито- и зоопланктона, зообентоса;

Исходя из физико-географических особенностей бассейна реки, его освоенности человеком, наличия населенных пунктов и источников загрязнения были определены пункты наблюдений:

- станция 1 - у п.Ведрово,
- станция 2 - у п. Новый Курдюм,
- станция 3 - ниже устья р.Нодога,
- станция 4 - устье р.Желвата, у впадения в водохранилище.

Экспедиционные работы выполнены в конце июля 2000 года.

1. ОБЪЕМ И МЕТОДИКА РАБОТ

В период проведения экспедиционных работ выполнено геоморфологическое описание реки, включающее измерение ширины и глубины руслового потока, скорости течения, температуры и прозрачности воды, определение типа донных отложений. Глубина измерялась с помощью лота, ширина рулеткой, прозрачность по белому диску, скорость течения гидрологической вертушкой ВГ-1-120/70 и измерителем скорости течения ИСТ-1-0.06/120/70, температура термометром, пробы донных отложений отбирались дночерпателем.

В этих же пунктах описана высшая водная растительность, взяты пробы фито- и зоопланктона, зообентоса. Геоботаническое исследование растительности проводилось по общепринятой методике (Белавская А.П., 1975; Катанская В.М., 1956, 1981). При описании фитоценозов отмечаются все присутствующие виды растений, их обилие, распределение по ярусам, фенологическое состояние, высота, а также тип прибрежий, характер донных отложений, глубина воды на месте произрастания сообщества. Для характеристики состояния сообществ макрофитов и степени загрязнения используются следующие показатели: число видов, их обилие, видовое разнообразие по обилию, вычисляемое по информационной формуле Шеннона (H , бит/экз.) и индексы экологических групп растений.

Отбор проб фитопланктона производился с горизонтов 0,5 – 1 м батометром или ведром. Затем проба концентрировалась путем фильтрации через мелкопористые мембранные фильтры 5 под вакуумом в воронке с пористым или сетчатым дном. Воронку укрепляли на колбе Бунзена, которую шлангом соединяли с вакуумным насосом Комовского. Для проведения количественного анализа фильтровалось 0,5 л пробы. Затем фильтр заливался 10 мл фильтрата и консервировался раствором Люголя до слабо-желтого цвета. Далее пробы обрабатывались методом микроскопирования. Для подсчета численности водорослей использовалась счетная камера Горяева. Из каждой пробы просчитывалось 3 камеры Горяева с последующим определением среднего арифметического. Для определения диатомовых водорослей готовились специальные препараты.

Интенсивность фотосинтеза и деструкции органического вещества измерялась кислородным скляночным методом в верхнем слое воды. Использование светлых и темных склянок для измерения фотосинтеза фитопланктона по разнице кислорода, образованного в результате процесса фотосинтеза за определенный период времени, разработано Винбергом. Кислородная модификация скляночного метода

основана на уравнении фотосинтеза: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$, в котором количество потребленной углекислоты или количество выделившегося при фотосинтезе кислорода пропорционально количеству образованного органического вещества. При отсутствии света реакция идет в обратном направлении – деструкция – разложение органического вещества с потреблением кислорода и выделением углекислоты. В работе использовались склянки из белого стекла с притертыми пробками. Для определения деструкции светлые склянки заворачивались в темные мешочки, чтобы в них не проникал свет.

Кислородный метод позволяет измерить первичную продукцию – светлые склянки – и деструкцию – темные склянки и – далее – рассчитать чистую и валовую продукции. Склянки помещались в ведро с заборной проточной водой, при этом создавались условия, близкие к условиям водоема. Причем одну склянку подвешивали на поверхности, чтобы она освещалась солнцем, а другую заворачивали в темный мешок и опускали на дно – туда не должен проникать солнечный свет. В 3 -ей склянке проба сразу же фиксировалась, далее в ней определялось содержание в воде кислорода методом титрования. По такой же схеме определялось содержание кислорода через сутки в светлой и темной склянках.

Пробы зоопланктона отбирались ведром. Через газ N 76 процеживалось 50-100 л. воды, пробы фиксировались 4 % раствором формалина. Камеральная обработка проводилась в лабораторных условиях по стандартной методике. Зоопланктон анализировался по биоразнообразию, численности, биомассе, доминирующим группам, видам и экологическим группам [Чуйков Ю.С., 1978; Крылов А.В., 1996]. Для характеристики степени загрязнения использованы показатели сапробности, рассчитанные методом Пантле-Букка [Pantle R., Buck H., 1955] в модификации Сладечека [Sladecsek V., 1973] и классификация качества природных вод с экологических позиций [Олексив И.Т., 1992].

Пробы бентоса отбирались штанговым пневматическим дночерпателем системы Ф. Д. Мордухай-Болтовского, промывались через сито из мельничного газа 17 (т.е. учитывались организмы макрозообентоса и частично мейобентоса) и фиксируются 4% формалином. Для оценки состояния зообентоса использовался набор из 8 количественных показателей: численность (N, экз./м²), биомасса бентоса (B, г/м²), число видов бентосных животных (S), тубифицидный индекс, равный отношению численности олигохет-тубифицид к общей численности бентосных животных (ТИ, %), средняя сапробность трех первых по численности видов (СС), видовое разнообразие по численности, вычисляемое по информационной формуле Шеннона (H, бит/экз.), комбинированный индекс состояния сообщества (КИСС) и комбинированный индекс загрязнения (КИЗ).

Одновременно отбирались пробы воды для анализа на содержание кислорода, взвеси, минерального состава, общего фосфора, ионов аммония, тяжелых металлов, определения pH, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК₅) и для биотестирования.

Отбор и предварительная обработка проб воды для химического анализа выполнены в соответствии с "Руководством по химическому анализу поверхностных вод суши" и "Унифицированными методами мониторинга фонового загрязнения природной среды". Определение содержания общего фосфора выполнено по методике, предусматривающей использование в качестве восстановителя хлористое олово, стабилизированное гидразином [Бикбулатов Э.С., 1974; Бикбулатов Э.С. и Верещагин В.М., 1979]. Содержание аммония определяли методом диффузно-изотермической дистилляции [Трифенова Н.А., 1971]. Определение кислорода

выполнено йодометрическим методом по Винклеру [Методы исследования качества воды водоемов, 1990]; сульфатов - по Ковальцову В.А. и Коновалову Т.С., 1966; хлоридов - аргентометрическим методом [Методы исследования качества воды водоемов, 1990], подвижных карбонатов - по Кьельдалю в аппарате Сорокина [Кузнецов С.И., Романенко В.И., 1967]; главных катионов и взвешенных веществ согласно "Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши"; ХПК - бихроматная окисляемость и БПК₅ согласно "Методов исследования качества воды водоемов, 1990"; pH - на приборе pH-метр 150.

При биотестировании в качестве тест-организмов были использованы цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg). Работа проводилась согласно ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.4-99 «Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости цериодафний» (Москва, 1999).

2. ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕКИ.

Ст.1. д. Ведрово. Река неширокая (10 м), на левом берегу деревня, рядом автомобильный мост. По берегу сырой луг. В 500-600 м от реки на лугу ключ с соленой водой. Топляка в воде нет. В реке встречаются различные железные предметы. На воде белесая пленка. Грунт - песок пополам с черными органическими остатками. Глубина небольшая до 3,5 м по руслу. Прозрачность воды невысокая - 40 см. Скорость течения 5 м/м (приложение, табл.1). Водная растительность скудная. Сообщества макрофитов имеют вид небольших пятен, мозаично расположенных вдоль берега. Степень развития растений по 5 бальной шкале - 3.

Ст.2 Новый Курдюм. Залежи топляка вдоль всего берега и на дне, по всему руслу через каждые 3-5 м торчат отдельные бревна. На дне толстый слой древесных остатков, коры, под ними песок. Из донных отложений поднимаются пузырьки и сильный запах фенола. Берег пологий, вдоль берега смешанный лесок: береза, осина, рябина ива, ель. У берега на воде нефтяные пленки и белесый налет. По сравнению с первой станцией река стала значительно шире, а течение воды медленнее (1 м/м). Прозрачность воды 50 см.

Водная растительность в угнетенном состоянии: все экземпляры слабо развиты. Степень развития растений по пятибалльной шкале - 1-2. Растения покрыты желтым известковым налетом и толстым слоем слизи. Слизь покрывает все растения, на рдестах образует конгломерации в виде сильно разветвленных «веток». На *Batrachium* слизь образует шарики, обильно его покрывающие.

Ст.3. ниже устья р.Нодога. Топляк присутствует везде: одиночные бревна встречаются через 3-5 м по всей реке, у берега залежи затопленных бревен, затопленные плоты образуют острова, поросшие гигрофильной растительностью. Берега пологие, глубина от берега нарастает плавно. На левом берегу еловый лес; как лес, так и берег сильно захламлены старым железом: проволока, крепления плотов. На правом берегу луг. У берега кустарник - ивняк, ольшаник. У левого берега (рядом с затопленными бревнами) водная растительность развита очень слабо. У правого берега имеются заросшие мелководья, где мало бревен. Все растения покрыты известковым налетом, листья буровато-зеленые (вместе зеленых), подводные листья практически не развиты.

Вода по всему профилю реки мутная с затхлым запахом и сильно цветет. Река практически стоячая, температура воды несколько меньше, чем выше по течению - 20°. Глубина нарастает плавно, мелководье до 2 м тянется на 8-12 м от берега, так что вода хорошо прогревается. Прозрачность воды 50 см. Грунт - песок с черными

органическими (в т.ч. древесными) остатками. Встречается много дохлой рыбы (0+, 1+)- ерш, окунь.

Ст.4. Устье р.Желвата (у впадения реки в водохранилище). Берега обрывистые из красной глины. Вдоль берега у воды ивняк, ольха и редкая гидрофильная растительность. На берегах луг. Река еще более расширяется (до 1000 м), течения почти нет. Прозрачность воды 60 см. Основной грунт - серая глина с большими и мелкими камнями и черными органическими (в т.ч.древесными) остатками. Глубина у берега 50-80 см. Мелководья большие. Водная растительность развита хорошо, но видовой состав крайне бедный.

Река Желвата летом 2000 г. обладала низкой скоростью течения, постепенно понижающейся по мере возрастания ширины реки. После впадения реки Нодога скорость течения практически отсутствовала, что при высокой температуре воды (20-22°), небольшой средней глубине и наличии большого количества органического вещества способствует созданию зон высокой сапробности - загрязнению водоема.

Исследуемый на участок р.Желвата сильно захламлен затопленным лесом. Поэтому донные отложения содержат большое количество органических остатков, слой которых достигал местами 10- 20 см. Периодически отмечался запах фенола из донных отложений. Вода реки обладала высоким содержанием взвеси и коричневым цветом, прозрачность ее невысокая (40-60 см). Практически везде были отмечены признаки органического загрязнения: большое количество органических остатков, специфический запах, сильно нарушенный характер растительности, наличие большого количества слизи и налета на растениях, мертвая молодь рыб.

3.ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Качество воды рек начинает формироваться на водосборе и обусловлено как особенностями географической провинции, так и деятельностью человека на всей территории бассейна. Основной вид занятости людей в бассейне р.Желвата - лесосплав, сельское хозяйство развито только в частном секторе. Сплав леса велся в течение 50 лет и все это время река захламлялась отдельными бревнами и целыми плотами. Затопленный лес покрывает дно практически всей части исследованного нами участка реки. С него осыпается кора и древесные опилки, вследствие чего на некогда песчаном грунте образовался толстый слой гниющей органики. Перегнивание древесины вызывает поступление в воду таких токсических соединений как фенолы и меркаптаны, а также биогены в больших количествах. Угнетение растительного покрова приводит к уменьшению кислорода в воде, что приводит к смене аэробных процессов минерализации органического вещества на анаэробные, побочными продуктами распада которых являются метан и сероводород. Анаэробная микрофлора менее активная, чем аэробная и поэтому процесс минерализации органического вещества сильно замедляется. В таких условиях начинаются заморы рыбы. Ухудшается также кормовая база для рыб. Зимой при уменьшении контакта с атмосферой содержание кислорода в воде еще более снижается.

На всем исследованном участке реки в грунте отмечено большое содержание неперегнившего органического вещества. Типичные грунты р.Желваты - черный песок и черный ил, являются грунтами полисапробной зоны, образующимися в результате накопления большого количества органических остатков.

Содержание личного скота жителями селений, расположенных вблизи реки, также оказывает неблагоприятное воздействие на экосистему. Скот пасется по берегам. Обустроенных поилок нет и животные заходят на водопой в воду.

Возле селений водоохранная зона не соблюдается, берега распаханы под с/хоз. угодья или раскопаны под индивидуальные огороды. В такой ситуации неизбежен смыв паводковыми и ливневыми водами биогенов и органики в реку.

На воде р.Желвата встречается нефтяная пленка и белесый налет. Вода реки мутная с затхлым запахом и большим содержанием взвеси, местами сильно цветет. Из донных отложений поднимаются пузырьки и сильный запах фенола и метана. Водные растения покрыты желтым известковым налетом и толстым слоем слизи. Встречается многодохлой рыбы (0+, 1+)- ерш, окунь. Все это является признаками сильного органического загрязнения.

Не исключено, что бассейн подвержен также загрязнению за счет выпадения атмосферных осадков, так как расположен там, где развита промышленность и где производится много энергии за счет сжигания угля, газа, торфа.

Из мировой практики известно восемь наиболее распространенных и опасных категорий загрязнения воздуха [Небел Б.,1993]:

1.Взвеси,представляющие собой крошечные частицы и капли,находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии.Мы наблюдаем их в виде смога или дымки. Другие загрязняющие компоненты присутствуют в газообразном или парообразном состоянии и невидимы, за исключением буроватого диоксида азота. Взвеси могут переносить другие химические вещества, растворенные в них или приставшие к их поверхности.

2.Углеводороды и другие летучие органические соединения (бензин,растворители для красок и др.).

3.Угарный газ (CO).

4.Оксиды азота (NOx).

5.Оксиды серы, в основном диоксид,т.е. сернистый газ(SO₂). Он ядовит как для растений,так и для животных.

6.Свинец и другие тяжелые металлы.

7.Озон и другие фотохимические окислители.

8.Кислоты, в основном серная и азотная. Они чаще всего присутствуют в виде капель жидкости, образующих кислотные дожди и туманы.

Загрязняющие вещества, попадающие в воздух, прежде чем осесть могут переноситься на большие расстояния, поэтому реки в урбанизированных регионах, как правило, испытывают нагрузку загрязнения, привносимого с атмосферными осадками.

4. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. СОСТОЯНИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Ст.1. д. Ведрово.

Растительность скудная. Сообщества макрофитов имеют вид небольших пятен, мозаично расположенных вдоль берега. Степень развития растений по пятибалльной шкале - 3. Гидрофиты представлены сообществами гибридного рдеста злаколистного и пронзеннолистного, кубышки желтой, доминирует здесь гибридный рдест. Среди земноводной растительности доминирует хвощ, встречаются также небольшие куртинки частухи подорожниковой, стрелолиста и ежеголовников. По берегу куртины камыша лесного и осочки (приложение, табл.2).

Ст.2 Новый Курдюм.

Водная растительность в угнетенном состоянии: все экземпляры слабо развиты, листья мельче обычного, все в дырках, стебли зеленовато-прозрачные.

Степень развития растений по пятибалльной шкале - 1-2. Растения покрыты желтым известковым налетом и толстым слоем слизи. Слизь покрывает все растения, на рдестах образует конгломерации в виде сильно разветвленных «веток». На *Batrachium* слизь образует шарики, обильно его покрывающие.

Гидрофиты представлены пятнистыми зарослями рдеста пронзеннолистного, блестящего, кубышки желтой и спенсера. Из гелофитов встречается стрелолист. Сообщества рдестов, шелковника, стрелолиста и кубышки имеют вид небольших разреженных пятен, хаотично расположенных вдоль берега (приложение, табл.2).

Между бревен встречаются единичные экземпляры *Calla palustris* и пятна *Spirodela polyrhiza* (с ОПП до 7%), на бревенная *Bidens cernua*.

В растительном покрове доминирует *Potamogeton perfoliatus* (40% от общего объема зарослей), на втором месте *Sagittaria sagittifolia* (15%) и *Nuphar* (10%), на третьем - *Batrachium* (3%) (приложение, табл.2).

Ст.3. ниже устья р.Нодога.

Водная растительность присутствует на отдельных мелководьях, свободных от топляка. В растительном покрове преобладают пятнистые заросли стрелолиста (20% растительного покрова) и обширные полосы рдеста блестящего (70%). Также встречаются пятна рдеста плавающего размером до 20-40 м², небольшие пятнышки кубышки и куртинки рогоза широколистного. Распределение растительности мозаичное

Растения покрыты известковым налетом. Листья буровато-зеленые (вместе зеленых), потрепаны и поедены. Подводные листья практически не развиты. Стебли прозрачные. Степень развития растений по пятибалльной шкале - 2-3.

Ст.4. Устье р.Желвата (у п.Спицино).

Водная растительность развита хорошо, но видовой состав крайне бедный. Гидрофиты представлены только обширными пятнами рдеста гребенчатого и пронзеннолистного до 35-30 м². Гелофильная растительность не отмечена.

Практически везде отмечены гибриды: на 1 ст. - рдест; на 2 ст. - гибриды кубышки и шелковника: *Batrachium x felixii* и *Nuphar x spenneriana*; на 3 ст. - кубышки - *Nuphar x spenneriana*.

АНАЛИЗ ФЛОРЫ

Флору р.Желвата составляют 21 вид из 12 семейств (табл.4.1.1). Среди них один представитель из отдела хвощевидных (*Equisetum fluviatile* L.). Покрытосеменные насчитывают 20 вида (из 11 семейств).

"Ядро водной флоры" (гидрофиты) представлены 11 видами из 5 семейств. Прибрежно-водную флору (гелофиты и гидрофиты) составляют 10 видов из 7 семейств.

Экологический состав флоры

Экологические группы выделялись по В.М.Катанской (1981) и В.Г.Папченкову (1985). Некоторые водные растения, в зависимости от условий среды, имеют несколько экологических форм. Такие растения отнесены к группе, экологическая форма которой наиболее часто встречается на исследуемом водоеме. Так *Phalaroides arundinacea* отнесен к группе гидрогелофитов.

Всего выделено 3 основных экологических группы растений, две из них имеют по две подгруппы (табл.4.1.1.):

1. Гидрофиты (собственноводные растения) включают погруженные прикрепленные и неприкрепленные растения, неукореняющиеся плавающие на поверхности воды и укореняющиеся с плавающими на поверхности воды листьями. Они делятся на две подгруппы: погруженные гидрофиты (7 видов) и гидрофиты с плавающими листьями (4 вида).

2. Гелофиты, или воздушно-водные растения, которые делятся на две подгруппы: собственно гелофиты (7 видов) и гигрогелофиты (1 вид)- растения произрастающие на переувлажненных участках.

3. Гигрофиты (растения увлажненных мест обитания) насчитывают 2 вида.

Таблица 4.1.1.

Видовой состав растительного покрова р.Устье

№	Видовое название растения	ЭФ	Станции			
			1	2	3	4
1	Potamogeton lucens - рдест блестящий	ПГ		+	+	
2	P. perfoliatus - рдест пронзеннолистный	ПГ	+	+		+
3	P. pectinatus - рдест гребенчатый	ПГ				+
4	P.x <i>gramineus</i>	ПГ	+			
5	B. circinatum - шелковник жестколистный	ПГ			+	
6	B. x felixii - шелковник феликсии	ПГ		+		
7	Ceratophyllum demersum- роголистник темно-зеленый	ПГ		+	+	
8	Potamogeton natans - рдест плавающий	ГПЛ			+	
9	Nuphar lutea - кубышка желтая	ГПЛ	+	+	+	
10	Nuphar x spenneriana	ГПЛ		+	+	
11	Spirodela polyrhiza - многокоренник обыкновенный	ГПЛ		+		
12	Sagittaria sagittifolia - стрелолист стрелолистный	Гел	+	+	+	
13	Alisma plantago-aquatica - частуха подорожниковая	Гел	+			
14	Sparganium emersum - ежеголовник простой	Гел	+			
15	Sparganium erectum - ежеголовник ветвистый	Гел	+			
16	Calla palustris - белокрыльник болотный	Гел		+		
17	Equisetum fluviatile - хвощ приречный	Гел	+			
18	Typha latifolia - рогоз широколистный	Гел			+	
19	Carex aquatilis - осока водная	ГиГл	+			
20	Scirpus sylvaticus - камыш лесной	Гиг	+			
21	Bidens cernua	Гиг		+		
Всего 21 вид			10	10	8	2

Примечание: ЭФ - экологическая форма растения,

ПГ - погруженные гидрофиты,

ГПЛ - гидрофиты с плавающими листьями,

Гел -гелофиты, ГиГл - гигрогелофиты, Гиг - гигрофиты

Станции наблюдений: 1- у д.Ведрово; 2 - у п.Новый Курдюм; 3- ниже устья р.Нодога; 4- устье р.Желвата (у п.Спицино).

Анализ состояния водной растительности

На момент исследования высшая водная растительность была развита крайне слабо. Видовой состав небогатый, для реки с такими гидро-морфологическими и трофическими показателями он должен быть более насыщенным. Кроме того, во флоре наблюдается 14 % гибридных видов, вклад их в формирование растительного покрова весьма существенный. Это свидетельствует о наличии мощного хронического антропогенного фактора, длительное влияние которого привело к изменениям в видовом составе.

Об наличии антропогенного влияния свидетельствует также изменение ряда важных характеристик растительных сообществ, таких как видовое разнообразие (рис.4.1.1.), количество видов по участкам (табл.4.1.2.), видовая насыщенность сообществ и взаимоотношение различных экологических групп растений (рис.4.1.2, 4.1.3) (табл.4.1.2).

Видовое разнообразие и видовое богатство значительно уменьшаются по мере продвижения вниз по течению реки, достигая своего минимального значения на ст.4 (рис.4.1.1, табл.4.1.2). При этом на всех станциях отмечались слабая степень развития растений и крайне невысокая видовая насыщенность сообществ.

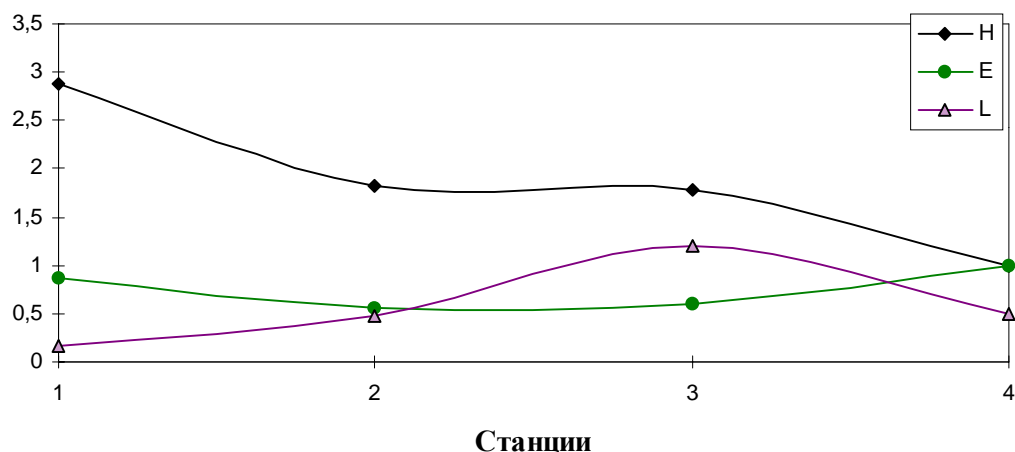


Рисунок 4.1.1. Вариативность видового разнообразия высшей водной растительности р.Желвата.

H - индекс разнообразия Шеннона, E - индекс эквитабельности Пиелу, λ - индекс доминирования Симпсона.

Станции: 1- Ведрово, 2 - у п.Новый Курдюм, 3 - ниже устья р.Нодога, 4 - устье р.Желвата (у впадения в водохранилище).

Вариативность различных экологических групп также свидетельствует о наличии органического загрязнения (рис.4.1.2.). Если на 1 станции растительный покров равномерно сложен экологическими различными группами, то к устью реки гидрофиты вытесняют остальных.

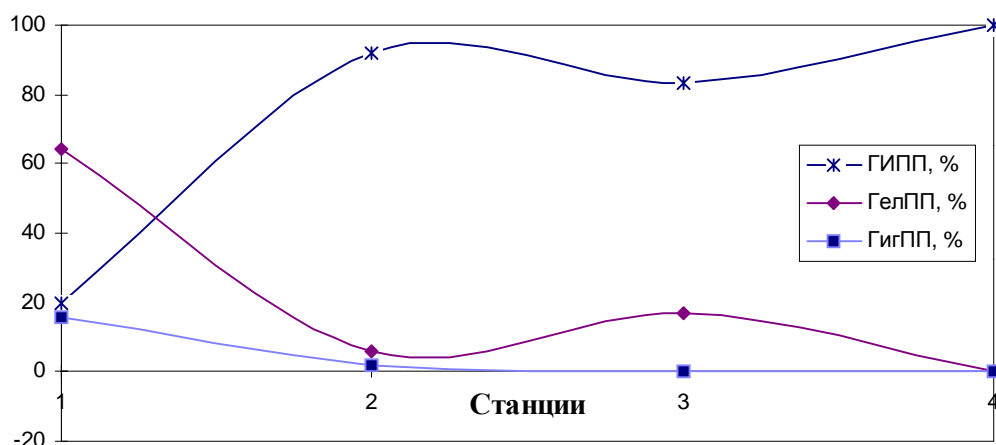


Рисунок 4.1.2. Вариабельность основных экологических групп водных растений.

ГИ - гидрофитный индекс, ГелИ- гелофитный индекс, ГигИ - гидрофитный индекс.

Станции см.рис.4.1.1

Крайне неоднородна динамика гидрофитов, или плавающих и погруженных водных растений (рис.4.1.3). В благоприятных условиях количество гидрофитов возрастает от истока к устью, на р.Желвата наблюдалась обратная картина. Кроме того по мере продвижения вниз по течению качественный состав растительного покрова меняется в сторону увеличения доли видов с высокой сапробностью.

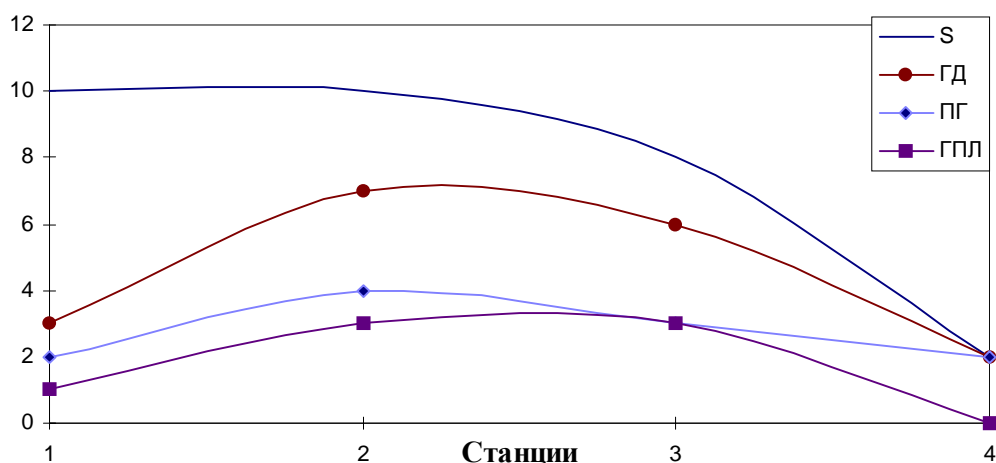


Рисунок 4.1.3. Вариабельность гидрофитов .

ГД- гидрофиты, ПГ- погруженные гидрофиты, ГПЛ - гидрофиты с плавающими листьями.

Станции см.рис.4.1.1

Таблица 4.1.2

Основные характеристики высшей водной растительности

Индексы\станции	S	H	E	λ	ГИ _{пп} , %	Гел _{пп} , %	Гиг _{пп} , %	СВН	СПП	СтРР
1	10	2,88±0,05	0,87	0,16	20	64	16	1,2	39	3
2	10	1,82±0,11	0,55	0,47	92	6	2	1,4	20,5	1-2
3	8	1,79±0,10	0,60	1,20	83	17	0	1,7	40	2,3
4	2	1,00±0,00	1,00	0,50	100	--	--	1	65	3

Примечание: H - индекс разнообразия Шеннона, E - индекс эквитабельности Пиелу, λ - индекс доминирования Симпсона, ГИ - гигрофитный индекс, ГелИ - гелофитный индекс, ГигИ - гигрофитный индекс, ГпИ - индекс плавающих гидрофитов, Гпли - индекс гидрофитов с плавающими листьями; СВН - средняя видовая насыщенность сообществ; СПП - среднее проективное покрытие сообществ; СтРР - степень развития растений.

Станции: 1- Ведрово, 2 - у п.Новый Курдюм, 3 - ниже устья р.Нодога, 4 - устье р.Желвата у п.Спицино.

По результатам нашего небольшого исследования водной растительности можно сказать, что антропогенная нагрузка биологического характера накапливается по мере продвижения в низ по течению реки. Почти на всех станциях биогенная нагрузка превышает буферную способность водных растений, вследствие чего видовая и ценологическая структура последних претерпевают нежелательные изменения. Наличие гибридов в составе флоры говорит о том, что имеет место сильное, хроническое воздействие на экосистему, приводящее к видовым перестройкам.

Для получения более подробной информации необходимо проследить сезонную динамику развития макрофитов, а также более подробно рассмотреть характер и места образования гибридов водных растений, как индикаторов сильных нарушений экосистемы.

4.2. ФИТОПЛАНКТОН

Фитопланктон – микроскопические водоросли, свободно движущиеся в водоеме или переносимые потоками воды, осуществляющие фотосинтез. Это один из важнейших элементов водных экосистем, основной продуцент органического вещества и кислорода в водоемах и водотоках, используется в качестве ценного корма для беспозвоночных и рыб (в частности плотвы), принимает активное участие в процессах самоочищения и формирования качества воды, играет значительную роль в мониторинге пресноводных экосистем.

Работа по исследованию фитопланктона состоит из 2-х частей.

1. Первичная оценка экологического состояния реки Желваты по показателям фитопланктона.

2. Исследование фитопланктонной кормовой базы водотока.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В воде реки Желваты содержались 73 таксономические единицы фитопланктона, рангом ниже рода определялись 58. Основу видового разнообразия водотока создавали диатомовые(43 вида) и зеленые(17 видов) водоросли.

В воде в районе первого пункта отбора проб (д.Ведрово) содержалось 20 таксономических единиц фитопланктона, принадлежащих к 5-ти отделам - диатомовые(4), зеленые(5), синезеленые(3), эвгленовые(7) и золотистые(1) (табл. 4.2.1, приложение, табл.3). Доминирующими по численности были зеленые (1607 тыс.кл./л), по биомассе - эвгленовые (2.2 мг/л) - за счет их крупных клеток.

Присутствие здесь синезеленых (19% от общей численности, биомасса - 0.061 мг/л) не вызвало "цветения" воды, несмотря на прогрев, достаточный для их активного развития. На долю индикаторов сапробности приходилось 46% общей численности водорослей. Сюда вошли представители 3-х отделов - диатомовые, зеленые и синезеленые. Индекс сапробности, рассчитанный для пробы - 1.89.

Наиболее обильной по видовому разнообразию была 2-я проба, отобранная в районе с. Новый Курдюм -34 вида (таблица 4.2.1, приложение, табл.3, рис.4.2.1). Она же была и самой малочисленной по видовому богатству - встреченные виды содержались в пробе в небольших количествах (общая численность составила 453 тыс.кл./л и была минимальной для реки). Здесь по численности, биомассе и количеству доминировали диатомовые (28 видов). Представители других отделов - зеленые(4) и эвгленовые(2) в формировании биомассы практически не участвовали. На долю индикаторов сапробности приходилось 66% общей численности водорослей. Индекс сапробности, рассчитанный для пробы также 1.89.

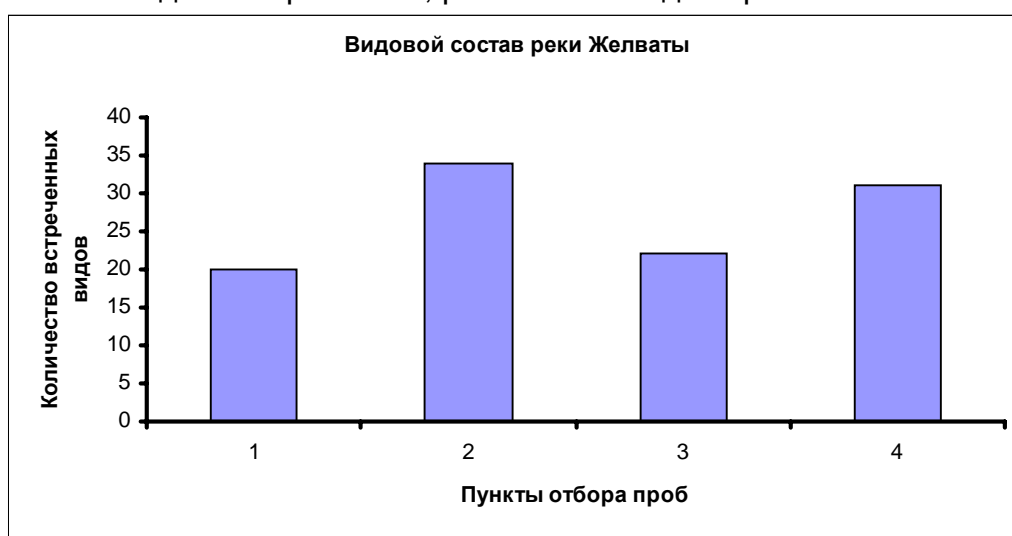


Рисунок 4.2.1. Вариабельность видового состава фитопланктона р.Желвата.

Рост общей численности и биомассы фитопланктона зафиксирован в 3-ей пробе, отобранной ниже устья р.Нодога. Здесь рассчитаны максимальные для реки общая численность и биомасса - 41473 тыс.кл./л и 8699 мг/л (таблица 4.1.1, приложение, табл.3, графики 1,2). Их формирование происходило, в основном, за счет синезеленых, хотя биомасса - 5.306 мг/л свидетельствует об умеренном "цветении" воды. Кроме синезеленых(4 вида) в воде определено 4 вида диатомовых, 8 видов зеленых и 6 видов эвгленовых водорослей, из которых 90% приходилось на виды-индикаторы. Индекс сапробности, рассчитанный для пробы, несколько ниже - 1.87.

В устьевом участке реки встречены представители 4-х отделов водорослей - диатомовые(27), зеленые(2), синезеленые (1) и эвгленовые (1) (таблица 4.2.1, приложение, табл.3). На долю индикаторов сапробности приходилось 96% общей численности водорослей. Общую численность здесь определял представитель синезеленых β - α сапроб - *Aphanizomenon flos-aqua* с индексом сапробности - 2.25. Его присутствие в значительных количествах обусловило ухудшение качества воды в данном пункте отбора. Индекс сапробности, рассчитанный для 4-й пробы составил 2.07 (приложение, табл.3, рис.4.2.2).

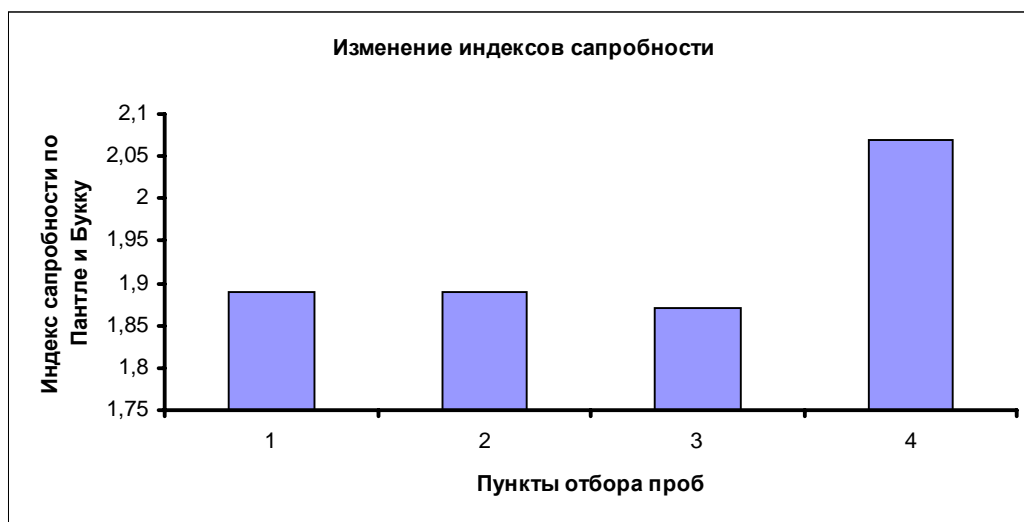


Рисунок 4.2.2. Индексы сапробности фитопланктона р.Желвата.

Таблица 4.2.1.

Таксономический состав фитопланктона реки Желваты.

Таксон	Сапробность	Встречаемость			
		1	2	3	4
<u>Diatomae</u>					
<i>Amphora ovalis</i>	1.65(x-a)	-	+	-	--
<i>Asterionella formosa</i>	1.4(o-b)	-	+	+	+
<i>Asterionella gracillima</i>	1.2(o)	-	+	-	-
<i>Aulacosira islandica</i>	2.0(b)	+	+	+	+
<i>Aulacosira italica</i>	1.6(o-b)	+	-	+	+
<i>Caloneis amphisbaena</i>	2.35(b-a)	-	+	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	2.0(b)	-	+	-	+
<i>Cyclotella Meneghiniana</i>	2.6(a-b)	-	+	-	+
<i>Cymbella ventricosa</i>	1.35(x-a)	-	-	-	+
<i>Diatoma elongatum</i>	1.5(o-b)	-	-	-	+
<i>Diatoma vulgare</i>	1.85(o-b)	-	+	-	+
<i>Didymosphenia geminata</i>		-	+	-	-
<i>Fragilaria construens</i>	1.6(b-o)	-	+	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>	1.4(o-b)	-	-	-	+
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	2.2(b)	-	-	-	+
<i>Melosira varians</i>	1.85(o-b)	-	-	-	+
<i>Meridion circulare</i>	0.65(x-o)	-	-	-	+
<i>Navicula cryptocephala</i>	2.7(a)	-	+	-	+
<i>Navicula gracilis</i>	1.65(o-b)	-	+	-	-
<i>Navicula hungarica</i>		-	+	-	-
<i>Navicula hungarica v.capitata</i>		-	-	-	+
<i>Navicula lanceolata v.tenuirostris</i>		-	-	-	+
<i>Navicula mutica</i>		-	-	-	+
<i>Navicula pupula</i>		-	-	-	+
<i>Navicula viridula</i>	2.8(a)	-	+	-	-
<i>Navicula species</i>		-	+	-	+
<i>Navicula species</i>		-	+	-	+

Navicula species		-	+	-	+
Navicula species		-	+	-	+
Nitzschia acicularis	2.7(a)	-	+	-	-
Nitzschia palea	2.75(a)	-	-	-	+
Nitzschia stagnorum		-	+	-	-
Nitzschia species		-	+	-	-
Nitzschia species		-	+	-	-
Pinnularia microstauron	0.8(o)	+	+	-	-
Pinnularia viridis	2.1(b)	-	+	-	-
Pinnularia interrupta		-	-	-	+
Rhoicosphenia curvata	1.85(o-b)	-	+	-	-
Stephanodiscus astraea	1.4(o)	-	-	-	+
Stephanodiscus hantzschii	2.7(a)	-	+	+	+
Stephanodiscus incognitus		+	-	-	-
Synedra acus	1.85(b)	-	+	-	-
Synedra ulna	1.95 (x-a)	-	+	-	+
<u>Chlorophyta</u>					
Actinastrum aciculare	2.0 (b)	-	+	-	-
Actinastrum hantzschii		-	-	+	-
Ankistrodesmus acicularis		-	+	-	-
Ankistrodesmus arcuatus		-	+	+	-
Botryosphaera sudetica		-	-	+	-
Chlamydomonas species		-	-	+	-
Coelastrum microporum	2.0 (b)	-	-	+	+
Coelastrum sphaericum		-	-	+	-
Dictyosphaerium pulchellum	2.15 (b)	+	-	-	-
Dispora crucigenioides		+	-	-	-
Monoraphidium convolutum		+	-	-	-
Oocystis crassa		+	-	-	-
Oocystis species		+	-	-	-
Pediastrum duplex	1.7 (b)	-	-	+	-
Scenedesmus quadricauda	2.0(b)	-	-	+	-
Scenedesmus quadricauda v. abundans		-	-	+	-
Tetraedron incus		-	+	-	-
<u>Cyanophyceae</u>					
Anabaena sheremetievi		-	-	+	-
Anabaena spiroides	1.35(o-b)	+	-	+	-
Aphanizomenon flos-aqua	2.25(b-a)	+	-	+	+
Microcystis aeruginosa	1.75(b)	+	-	+	-
<u>Euglenophyceae</u>					
Euglena species		+	+	+	-
Euglena species		+	-	-	-
Phacus species		+	-	-	-
Trachelomonas planctonica	2.0(b)	-	-	+	-
Trachelomonas species		+	+	+	+
Trachelomonas spec ies		+	-	+	-

Trachelomonas species		+	-	+	-
Trachelomonas species		+	-	+	-
<u>Chrysophyceae</u>					
Mallomonas dubia		+	-	-	-

Таблица 4.2.2.

Кормовая база реки Желваты по значениям биомасс фитопланктона.

№ п/п	Общая биомасса, мг/л	Класс биомассы фитопланктона	Кормность участка водотока
1.	3.076	средний	выше средней кормности
2.	3.878	средний	выше средней кормности
3.	8.699	высокий	высококормный
4.	3.529	средний	выше средней кормности

Биомассу фитопланктона, используемую как корм, составляют представители всех обнаруженных нами отделов водорослей. Из таблицы 4.2.2 видно, что в исследуемых на кормность участках реки фитопланктона содержится в достаточных количествах для того, чтобы прокормить обитающих здесь беспозвоночных (зоопланктон, зообентос) и рыб. Самым высококормным определялся 3-й пункт отбора проб - ниже устья р. Нодога, хотя нарастание биомассы здесь определялось наличием в воде в большом количестве синезеленых водорослей. По химическому составу синезеленые - наиболее ценный кормовой объект. Однако крупные размеры колоний (синезеленые - формы колониальные), а также их токсичность мешают их непосредственному использованию. Они включаются в трофическую цепь через бактерий. Это сильно снижает их ценность, так как при удлинении пищевой цепи происходит потеря части пищи, она может составлять 4/5 от исходного количества органического вещества. *Aphanizomenon flos-aqua* при наличии в воде в больших количествах (его активное развитие тесно связано с количеством присутствующего в воде органического вещества) представляет большую опасность для рыбы, выделяя токсины, отравляющие ее, что может вызвать летний замор рыбы.

В целом вода реки Желваты по состоянию фитопланктонного комплекса соответствует III классу качества - умеренно загрязненная.

Наличие в реке большого количества топляка не оказывает существенного влияния на развитие водорослей. Лишь во 2-м пункте отбора - в районе с. Новый Курдюм это могло сказаться на уменьшении видового богатства.

Увеличение в 4-ом пункте отбора проб индекса сапробности до 2.07 можно объяснить седиментацией загрязняющих веществ в устье и влиянием на качество воды в устьевом участке реки Горьковского водохранилища, сбросов Кинешемского промузла.

Кормовая база фитопланктона на всем протяжении водотока достаточно высока для развития в нем зоологических организмов, в том числе рыб.

Для более достоверной оценки состояния фитопланктонного комплекса реки Желваты и определения влияния на его развитие топляка необходимо дальнейшее проведение обследования (желательно ежемесячно с мая по октябрь). Параллельно необходимо вести гидрохимические наблюдения за состоянием качества воды реки.

ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИССЛЕДУЕМЫХ
УЧАСТКОВ РЕКИ ЖЕЛВАТЫ

При оценке состояния водной среды продукционно – деструкционные параметры растительных сообществ имеют ряд преимуществ по сравнению с другими показателями. Растительные организмы быстро реагируют первичной продукцией и деструкцией на изменения условий водной среды. Первичная продукция – это продукция органического вещества, образованного растительными клетками в процессе фотосинтеза. Органическое вещество при этом становится пищей для животных организмов разных трофических уровней. Таким образом, уровень первичной продукции определяет уровень биологической продуктивности водоема в целом. Деструкция – процесс разложения органики, то есть процесс противоположный фотосинтезу.

Первичная продукция и деструкция являются также важными характеристиками состояния водоема в плане оценки качества воды. Исследования процессов фотосинтеза и деструкции на реке Желвате производились в 2-х пунктах:

1. В районе с.Новый Курдюм – проба отбиралась в месте нахождения в воде в больших количествах топляка.
2. В устьевом участке реки.

Цель исследований – сравнить активность процессов фотосинтеза и деструкции на участках водотока, установить, есть ли между ними разница по фотосинтетической активности фитопланктона.

Результаты обработки проб представлены в таблице 4.2.3.

Таблица 4.2.3.

Характеристика интенсивности фотосинтеза и деструкции органического вещества на реке Желвата.

N п/п	Наименование пункта отбора	Дата отбора	Интенсивность фотосинтеза		Деструкция	
			мгО ₂ /л сутки	мг орг. в-ва/л	мгО ₂ /л сутки	мг орг. в-ва/л
1	2	3	4	5	6	7
2.	Р.Желвата, с. Новый Курдюм	27.07.00	1.42	0.41	0.29	0.22
3.	Р.Желвата - устье	28.07.00	1.14	0.86	0.29	0.22

Важными факторами развития и фотосинтезирующей деятельности фитопланктона являются температурный режим, обеспеченность минеральным питанием, а также световые условия в толще воды.

Невысокое содержание кислорода в воде (в обеих точках ниже ПДК) дало нам и невысокие итоговые цифры по продукции и деструкции.

Из таблицы 4.2.3 видно, что скорость фотосинтеза в единице объема воды на обеих станциях превышала деструкцию. Отсюда следует, что оба исследуемых участка реки характеризуются повышенной по отношению к фотосинтезу интенсивностью окислительных процессов, что в свою очередь отражает самоочистительную способность водоема.

Вывод. Чтобы воссоздать картину активности продукционно-деструкционных процессов для данного водотока и сделать адекватное заключение, необходимо проводить дальнейшее исследование реки. Отбор продукционно-деструкционных

проб следует производить ежемесячно в течение навигационного периода (с мая по октябрь).

4.3. ЗООПЛАНКТОН

Станция 1. Расположена в верхнем течении реки вне зоны влияния вод водохранилища. Именно этим объясняются минимальные показатели биоразнообразия, численности и биомассы организмов животного планктона. На данном участке из-за постоянного поступления вод, содержащих органические загрязняющие вещества и влияния течения, формируется сообщество зоопланктеров, в котором массового развития достигают коловратки (35.1 % от общей численности, 1.0 % — от общей биомассы) (табл.4.3.1), плавающе-ползающие и ползающе-плавающие организмы (приложение, табл.4). Однако, загрязнение носит относительно “мягкий” характер, т.к. не регистрируется развития видов-индикаторов загрязнения, отмечены достаточно хорошие показатели индексов Шеннона, сапробности и трофности.

Станция 2. Этот участок реки расположен в зоне контакта речных и водохранилищных вод. Благодаря этому здесь наблюдается резкое увеличение числа видов, численности и биомассы организмов в основном за счет развития ветвистоусых ракообразных. Поступление *низких по качеству* речных вод определяет некоторые черты структурной организации сообществ, выступающих индикаторными для регистрации процессов загрязнения: возрастание величин индексов сапробности и трофности, соотношения численности ветвистоусых и веслоногих ракообразных, появление прикрепленно-плавающих форм планктеров, развитие видов-индикаторов этрофирования и загрязнения — *Bosmina longirostris*, *Chydorus spchaericus*, коловраток рода *Rotaria*. Кроме этого наблюдается сокращение ювенильных стадий развития Cyclopoida, что также может определяться весьма неблагоприятными условиями среды.

Таблица 4.3.1
Основные показатели таксономической структуры зоопланктона

		станция			
		1	2	3	4
Количество видов	I	1	4	1	4
	II	1	6	4	5
	III	4	10	5	11
	Σ	6	20	10	20
Численность	I, %	35.1	3.9	2.1	62.7
	II, %	45.6	40.7	53.4	28.9
	III, %	19.3	55.4	44.5	8.4
	Σ**, экз./м ³	1140	41460	47380	26300
Биомасса	I, %	1.0	0.1	0.1	7.8
	II, %	57.6	25.6	18.6	38.7
	III, %	41.4	74.3	81.4	53.4
	Σ**, г/м ³	0.013	0.78	1.65	0.38
H (N)		2.20	3.27	2.57	2.63
H (B)		2.15	3.56	2.19	3.06

Индекс сапробности	1.58	2.08	1.11	1.21
Индекс трофии, E	0.20	0.38	0.16	0.62
<u>NCIad.</u> NCycl.	0.4	1.36	0.83	0.28

I — коловратки; II — веслоногие; III — ветвистоусые ракообразные.

Станция 3. На этом участке зоны подпора регистрируются наибольшие показатели численности и биомассы, что происходит благодаря процессам эвтрофирования, о чем свидетельствует снижение числа видов, еще большая роль ветвистоусых ракообразных. Однако зона выклинивания вод подпора, как зона экотона, характеризуется некоторой стабилизацией процессов на ранних и средних стадиях и мы можем одновременно наблюдать два противоположно направленных процесса. Поэтому сообщество здесь имеет выровненный характер, большую долю плавающих первичных фильтраторов. Высокий уровень развития зоопланктона способствует процессам биологического самоочищения, поэтому здесь вновь регистрируется нормальный уровень развития ювенильных стадий развития Cyclopoida, снижение величин индекса сапробности и уменьшение числа видов-индикаторов загрязнения (массового развития - 14.8 % от общей численности и 11.1 % от общей биомассы - достигает лишь *Bosmina longirostris*).

Станция 4. Здесь также наблюдаются два процесса: загрязнения и активного самоочищения, однако, к сожалению, процесс загрязнения приобретает здесь преобладающий характер. Об этом свидетельствует массовое развитие коловраток (62.7 % от общей численности и 7.8 % от общей биомассы), среди которых отмечаются представители р. Rotaria, сокращается доля плавающих первичных фильтраторов и увеличивается доля плавающе-ползающих, ползающе-плавающих и прикрепленно-плавающих организмов, сокращается доля ювенильных стадий развития Cyclopoida.

Исследованные участки р. Желвата расположены в нижнем течении и устьевой области, в которой происходит контакт вод реки и Горьковского водохранилища и образуется зона выклинивания вод подпора. Это обеспечивает возникновение экотона, характеризующегося рядом отличительных черт, усложняющих оценку экологического состояния. Дело в том, что здесь наблюдается импульсная стабилизация системы, благодаря чему интенсивно протекают процессы самоочищения. Поэтому наиболее ярко одновременно могут наблюдаться черты организации сообществ находящихся в условиях загрязнения и интенсивного самоочищения. Для обеспечения наиболее объективной оценки необходимо проведение исследований в течение вегетационного сезона при различных гидрологических режимах, что позволит оценить временное и пространственное влияние загрязнения, которое здесь, безусловно, присутствует.

В целом можно заключить, что состояние качества среды для зоопланктонных организмов на данных участках весьма неблагоприятно, их существование обеспечивается лишь расположением биотопов в зоне выклинивания подпора, где наблюдаются весьма сложные процессы водообмена, что импульсно-стабилизирует и поддерживает систему на средних стадиях развития при загрязнении. Наиболее загрязненным участком в зоне подпора можно признать станцию 4 .

4.4.3.ООБЕНТОС

Зообентос, т.е. животные, обитающие в слое грунта или на его поверхности - один из основных компонентов экосистемы любого водоема. Он служит кормовой базой важнейших промысловых рыб, в частности леща, плотвы, густеры. Бентосные животные играют огромную роль в самоочищении водоема и служат надежными индикаторами его состояния. Организмы зообентоса характеризуются достаточно крупными размерами, широким экологическим спектром, т.е. способностью обитать в самых разных условиях, приуроченностью к определенному местообитанию, достаточной продолжительностью жизни, позволяющей им аккумулировать загрязняющие вещества. Все это делает эти организмы очень удобными для целей мониторинга водоемов. Особенно показательны изменения структур бентосных биоценозов под влиянием бытовых, сельскохозяйственных и промышленных стоков, влияющих на трофический статус водоема и изменяющих кислородный режим его водных масс.

При анализе собранного материала видно, что станции достаточно сильно различаются по видовому составу животного населения, но незначительно – по количеству видов (табл. 4.4.1, 4.4.2, рис.4.4.1). Эти различия объясняются в первую очередь неоднородностью грунтового комплекса реки. В бентосе на всех станциях по количеству видов доминируют личинки комаров семейства Chironomidae. Интересно отметить, что малощетинковые черви (Oligochaeta), составляющие обычно существенную часть животного населения грунтов пресноводных водоемов, совершенно отсутствовали на ст. 2 и 3. В первом случае это можно объяснить наличием на поверхности грунта толстого слоя коры и древесных остатков, которые при разложении выделяют вещества, отрицательно влияющие на обитающих в грунте животных, в том числе и за счет ухудшения кислородных условий. Личинки же хирономид обитают в более поверхностных слоях и даже на поверхности древесных остатков, где при наличии заметного течения кислородные условия лучше. Причина же отсутствия олигохет на ст. 3 не ясна и требует повторного сбора материала и дальнейшего изучения.

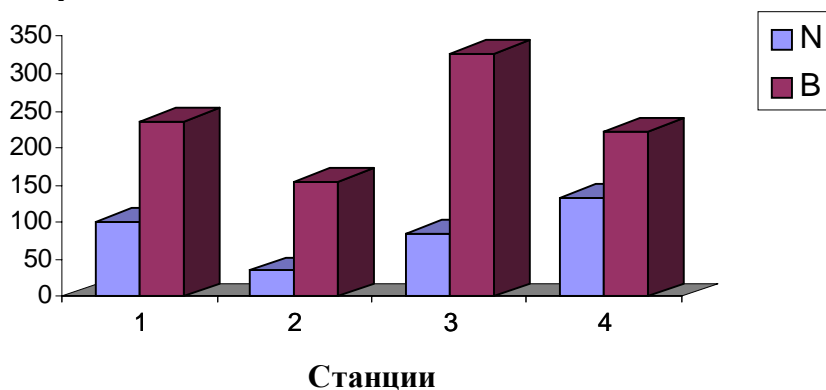


Рис.4.4.1. Колебания численности и биомассы.

N - численность, экз./пробу; B – биомасса (без крупных моллюсков).

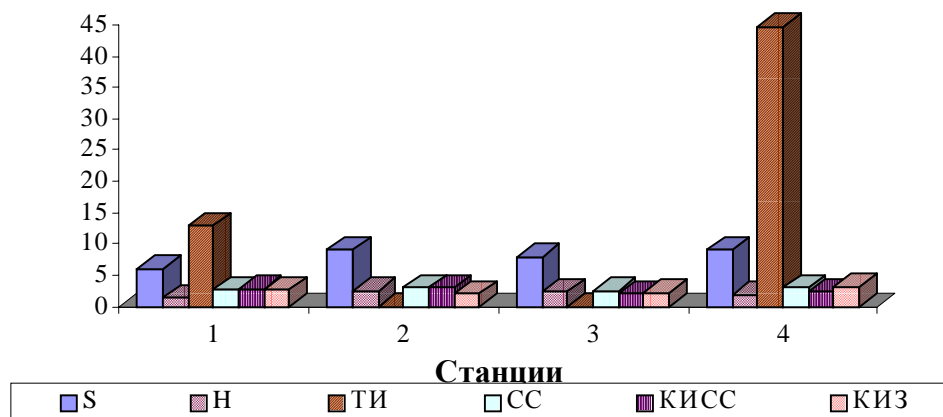


Рисунок 4.4.2. Вариабельность основных количественных характеристик зообентоса р.Желвата.

S – число видов; H – видовое разнообразие по Шеннону; TI – тубифицидный индекс, %; CC - средняя сапробность; КИСС – комбинированный индекс состояния сообщества зообентоса; КИЗ – комбинированный индекс загрязнения; CV – коэффициент вариации, %.

В результате отсутствия олигохет на двух станциях тубифицидный индекс показал максимальную вариабельность из всех других индексов ($CV = 146.5\%$). Из оставшихся показателей наиболее сильно варьируют численность и биомасса бентоса ($CV = 46.4\%$ и 30.4%), причем их колебания могут быть во многом обусловлены не только физико-химическими особенностями местообитания (биотопа), но и случайными факторами, а также спецификой жизненных циклов водных организмов. Например, личинки насекомых, составляющие значительную часть всего бентоса, исчезают во время вылета имаго насекомых из водоема, причем у разных видов и на разных глубинах сроки вылета неодинаковы, поэтому для более точного суждения о состоянии зообентоса необходимы сезонные наблюдения за динамикой населения.

Таблица 4.4.1.

Видовой состав и обилие бентоса на отдельных станциях

№ станции	Виды и другие таксоны	Численность, экз./пробу	Биомасса, мг/пробу
1	Oligochaeta	13	26.0
	Cladotanytarsus sp.	6	7.2
	Cryptochironomus gr. defectus	4	11.3
	Stictochironomus crassiforceps	74	25.5
	Culicoides sp.	2	2.3
	Pisidium amnicum	2	163.0
2	Chironomus f.l. plumosus	9	96.0
	Cryptochironomus gr. defectus	2	2.9
	Glyptotendipes glaucus	2	5.3
	Cricotopus gr. silvestris	1	0.5
	Cladotanytarsus sp.	3	4.9
	Pentapedilum exectum	7	15.0
	Stictochironomus crassiforceps	10	26.0
	Mermitidae	1	1.8
	Euglesa juv. sp.	1	1.6
3	Chironomus f.l. plumosus	13	149.5

	Cryptochironomus gr. defectus	8	17.3
	Endochironomus tendens	17	34.8
	Glyptotendipes glaucus	37	104.0
	Glyptotendipes manciunianus	4	10.5
	Harnischia curtilamellata	3	4.2
	Stictochironomus crassiforceps	2	4.5
	Mermitidae	1	2.0
4	Oligochaeta	60	69.5
	Cryptochironomus gr. defectus	2	7.1
	Cladotanytarsus sp.	8	9.3
	Glyptotendipes glaucus	4	9.2
	Endochironomus tendens	3	6.2
	Stictochironomus crassiforceps	52	99.5
	Hydrachna sp.	1	0.8
	Mermitidae	3	4.7
	Amesoda scaldiana	1	14.8

Таблица 4.4.2.

Основные количественные характеристики бентоса

¹ ст.	N	B	S	H	ТИ	СС	КИСС	КИЗ
1	101	235.3	6	1.36	12.9	2.6	2.8	2.7
2	35	153.8	9	2.50	0	3.0	2.9	2.0
3	85	326.8	8	2.30	0	2.4	2.0	2.2
4	134	221.1	9	1.88	44.8	3.0	2.3	3.2
Среднее	88.8	234.2	8	2.01	14.4	2.8	2.5	2.5
y	41.2	71.2	1.4	0.50	21.1	0.3	0.4	0.5
CV, %	46.4	30.4	17.5	24.9	146.5	10.7	16.0	20.0

Примечание. N - численность, экз./пробу; B – биомасса (без крупных моллюсков), мг/пробу; S – число видов; H – видовое разнообразие по Шеннону; ТИ – тубифицидный индекс, %; СС - средняя сапробность; КИСС – комбинированный индекс состояния сообщества зообентоса; КИЗ – комбинированный индекс загрязнения; CV – коэффициент вариации, %.

Максимальная численность бентоса (134 экз./пробу или 2680 экз./м²) отмечена на ст. 4, расположенной в устье р. Желвата, 44.8% численности составляют олигохеты-тубифициды – организмы, развивающиеся на богатых легкоусвояемыми органическими веществами грунтах. Минимальная численность (35 экз./пробу) отмечена на ст. 2.

Биомасса бентоса - чрезвычайно важный для его характеристики показатель, так как она связана с величиной потока энергии, проходящей через сообщество. Она лучше отражает наличие органических загрязнений, поскольку для большой биомассы необходим достаточный приток энергии по пищевым цепям. В табл. 4.4.2. биомасса бентоса приводится, как это принято в гидробиологии, без биомассы крупных моллюсков, которых, впрочем, на исследованных четырех станциях не обнаружено. Максимальная биомасса бентоса (326.8 мг/пробу или 6.5 г/м²) наблюдалась на станции 3. Минимальная биомасса (153.8 мг/пробу) отмечена на той же станции № 2, где была и минимальная численность.

Число видов бентоса и видовое разнообразие по станциям изменяются довольно слабо ($CV = 17.5\%$ и 24.9%) соответственно.

Тубифицидный индекс, равный отношению численности олигохет-тубифицид к общей численности бентоса, считается неплохим показателем наличия органического загрязнения, чем он выше, тем сильнее загрязнение. Максимальное значение этого индекса характерно для ст. 4, минимальные же (нулевые) значения, наблюдавшиеся на ст. 2 и 3 говорят не об отсутствии загрязнений, а наличии каких-то неблагоприятных для данной группы организмов условий среды.

Средняя сапробность, подобно тубифицидному индексу, отражает наличие в грунте нетоксических легкоусвояемых органических веществ. Ее значения максимальны на ст. 2 и 4. Величина $CC = 3$ характеризует условия обитания в грунте этих станций как α - мезосапробные.

КИЗ (комбинированный индекс загрязнения) представляет собой среднее арифметическое из рангов трех рассмотренных выше показателей - CC , ОИП и В, чем выше значение этого индекса, тем сильнее загрязнение (рис. 4.4.2). Максимальной величины КИЗ достигает на ст. 4, минимальной – на ст. 2. Но низкие значения КИСС на последней станции объясняются не отсутствием загрязнений, а специфическим характером субстрата (толстый слой коры и древесных остатков), с которого собирались животные, что исказило результаты анализа.

Состояние бентоса оценивалось по величине "комбинированного индекса состояния сообщества" (КИСС). Состояние бентоса считается тем лучше, чем выше его численность, биомасса, число видов и видовое разнообразие. Чем меньше величина КИСС, тем лучше состояние сообщества зообентоса. Наилучшим состоянием сообщества зообентоса характеризуется ст. 3, где биомасса бентоса максимальна.

Анализируя весь комплекс структурных показателей сообществ макрозообентоса можно заключить, что наибольшим загрязнением характеризуются ст. 2 и 4.

Рассматривая бентос как кормовую базу рыб-бентофагов следует указать, что по классификации ГосНИОРХ станции 1, 2 и 4 являются средnekормными (биомасса бентоса $3 - 5 \text{ г/м}^2$), кормность же станции 3 оценивается как "выше средней".

5. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДЫ (БИОТЕСТИРОВАНИЕ)

Биотестирование - метод токсикологического исследования качества воды - позволяет оценить биологическую полноценность исследуемой воды, ее пригодность для жизни гидробионтов. Токсические эффекты, регистрируемые методами биотестирования, включают комплексный, синергический, антагонистический и дополнительные воздействия всех химических, физических и биологических компонентов, присутствующих в исследуемой воде, неблагоприятно влияющие на физиологические, биохимические и генетические функции тест-организмов.

В результате процедуры лабораторного биотестирования устанавливается острая или хроническая токсичность исследуемой воды в экспериментах различной продолжительности.

Острая токсичность (гибель 50 и более процентов тест-организмов за период 48 часов) выражена в том случае, если интенсивность воздействующего агента

велика настолько, что компенсаторная и адаптационная реакции организма не успевают проявиться и он гибнет.

Хроническая токсичность (достоверная гибель и снижение плодовитости тест-организмов за период 7 суток) проявляется при менее интенсивном, но более длительном воздействии токсикантов, при этом происходит нарушение равновесия между распадом и синтезом веществ в организме гидробионтов, нарушение генома и прекращение воспроизводства.

В качестве тест-организмов были использованы цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg). В качестве контроля использовали природную воду – Рыбинское водохранилище в районе водозабора ОСВ-2.

Во всех пробах проводилось определение острой и хронической токсичности воды для цериодафний.

Результаты работы

Контроль :

- гибель тест-объектов 0%
- плодовитость (количество молоди на 1 выжившую самку) 3.9

Проба № 1

- не выявлена острая токсичность, что свидетельствует об отсутствии выраженного химического загрязнения во время проведения биотестирования;
- по показателям *выживаемость* и *плодовитость* в пробах не выявлена хроническая токсичность, что свидетельствует об отсутствии низких концентраций поллютантов;
- гибель тест-объектов 10% (разница с контролем недостоверна)
- плодовитость 4,2 (разница с контролем недостоверна)

Проба N2

- в пробах не выявлена острая токсичность;
- по показателю *выживаемость* и *плодовитость* в пробах не выявлена хроническая токсичность;
- гибель тест-объектов - 15 % (разница с контролем недостоверна)
- плодовитость 3,9 (разница с контролем недостоверна)

Проба N 3

- в пробах не выявлена острая токсичность;
- по показателю *выживаемость* и *плодовитость* в пробах не выявлена хроническая токсичность
- гибель тест-объектов - 0 % (разница с контролем недостоверна)
- плодовитость 4,2 (разница с контролем недостоверна)

Проба N 4

- в пробах не выявлена острая токсичность;
- по показателю *выживаемость* в пробах не выявлена хроническая токсичность, а по показателю *плодовитость* наблюдается хроническая токсичность;
- гибель тест-объектов - 10 % (разница с контролем недостоверна)
- плодовитость 2,8 (разница с контролем достоверна).

Таким образом, воды р.Желвата имеют и не оказывает влияния на выживаемость и плодовитость цериодафний.

Вода в пробах № 1, № 2 и № 3 не оказывает на тест-объекты ни острого, ни хронического воздействия. По показателям *выживаемость* и *плодовитость* она является биологически полноценной. В пробе № 4 вода выявлена хроническая токсичность по показателю *плодовитость*.

6. ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТАВ И КЛАССЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Природная вода всегда содержит растворенным то или иное количество веществ, с которыми она соприкасается в процессе своего круговорота. Природная вода, в отличии от химически чистой воды, представляет собой раствор, как правило, весьма сложного состава. Газы присутствуют в ней в виде растворенных молекул, большая часть элементов - в виде ионов, многие же элементы - в коллоидном состоянии, причем в этом случае коллоидные частицы всегда содержат несколько элементов.

По степени минерализации вода р.Желвата относится к мало минерализованной (до 200 мг/л) (табл.6.1). На всем исследованном участке реки минерализация одинаковая, резких увеличений или уменьшений не выявлено. Незначительное понижение минерализации выявлено на ст.2 (рис.6.1). Содержание карбонатов, хлоридов и сульфатов также не высокое и не отличается заметными колебаниями, превышений ПДК не обнаружено. Небольшое понижение содержания сульфатов и карбонатов отмечено на ст.2.

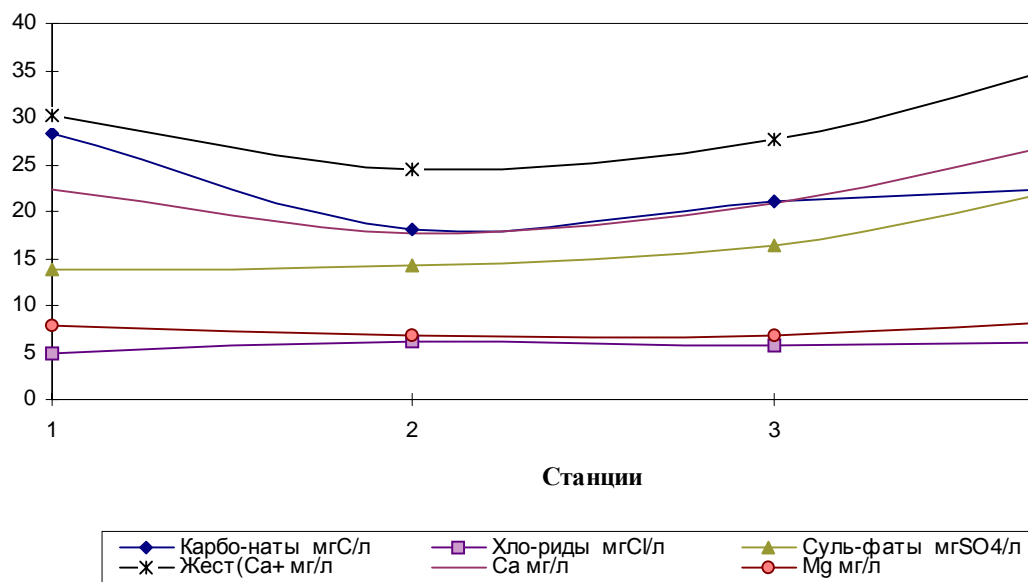


Рисунок 6.1. Изменения жесткости воды и содержания главных ионов в р.Желвата Станции: 1 - у д.Ведрово; 2 - у п.Новый Курдюм; 3- ниже устья р.Нодога; 4 -устье р.Желвата (у впадения в водохранилище).

Таблица 6.1.

Компонентный состав главных ионов р.Желвата

№ ст.	Карбо- наты мгС/л	Хло- риды мгCl/л	Суль- фаты мгSO ₄ /л	Жесткость (Ca+Mg)		Ca		Mg	
				мг- экв/л	мг/л	мг- экв/л	мг/л	мг- экв/л	мг/л
1	28,2	4,98	13,8	1,76	30,22	1,12	22,44	0,64	7,78
2	18,0	6,13	14,3	1,44	24,44	0,088	17,63	0,56	6,81
3	21,0	5,74	16,3	1,60	27,65	1,04	20,84	0,56	6,81
4	22,8	6,13	23,8	2,16	37,62	1,44	28,86	0,72	8,76
ПДК	--	350	500			--	--	--	--

СанПин									
ПДК р/х	--	300	100	--	--	--	180	--	40

Кроме ионов в речной воде всегда присутствуют органические вещества в виде смываемых с почв и болот веществ гумусового происхождения и в виде продуктов распада других различных органических веществ. О присутствии органических веществ судят по величине окисляемости вод, выражающейся в химическом потреблении кислорода (ХПК). В р.Желвата на всем исследуемом участке отмечено высокое ХПК и превышение ПДК по нему от 3 до 7 раз. Максимальное содержания органических веществ наблюдалось на ст.2 (у п.Новый Курдюм, а минимальное на первой станции (табл.6.2, рис.6.2.).

Биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) имеет тенденцию к повышению по мере продвижения вниз по течению реки, что свидетельствует о повышении органической нагрузки за счет легко усвояемых органических веществ (табл.6.2, рис.6.2). На станциях 3 и 4 отмечено превышение ПДК по БПК₅ в 2 раза.

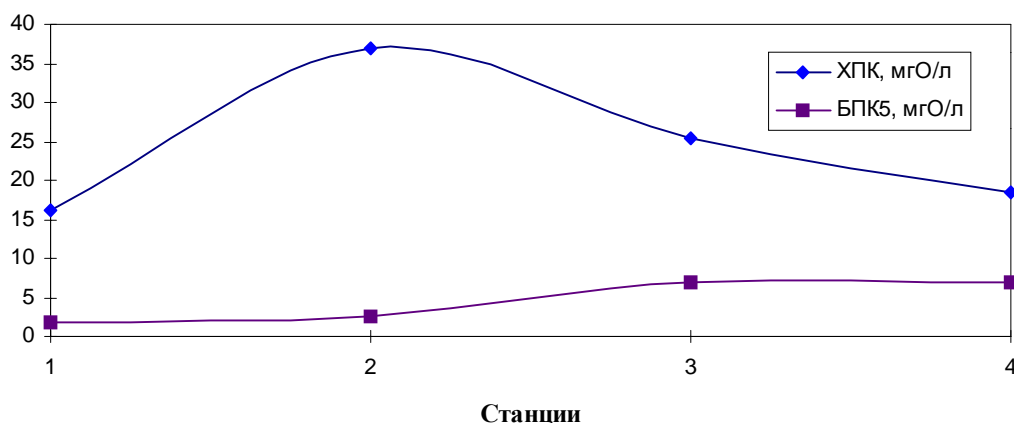


Рисунок 6.2. Вариabельность ХПК и БПК₅ в воде р.Желвата.
Станции см.рис.1.

Содержание биогенных элементов (Р общ. и азот в форме NH_4) отличается неоднородностью, содержание ионов NH_4 повышалось по мере продвижения вниз по течению реки, несколько снижаясь на ст.4 (у впадения реки в водохранилище) (табл.6.2, рис.6.3). Содержание общего фосфора имеет ту же тенденцию, несколько снижаясь на ст.2. (рис.6.3). Некоторое понижение содержания биогенов у впадение реки Желвата в водохранилища можно объяснить подпором вод последнего. Следует отметить, что на станции 2 (у п.Новый Курдюм) значительная часть биогенного вещества может поглощаться животными и водными растениями, так как здесь отмечалось увеличение видового богатства водных организмов, что обычно наблюдается на начальных стадиях органического загрязнения.

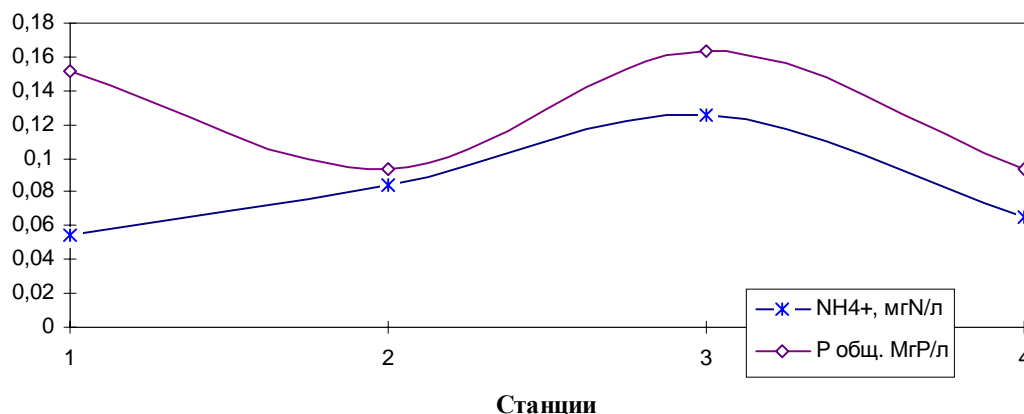


Рисунок 6.3. Содержание биогенов в воде р.Желвата.
Станции см.рис.6.1.

Содержание взвеси в воде р.Желвата незначительно, некоторое повышение наблюдается после впадения р.Нодога (табл.6.2). Цветность воды довольно высокая и превышает ПДК в 2 раза. По содержанию кислорода станции различались несущественно, некоторое понижение наблюдалось на ст.2 - 5,07 мг О/л. Уровень кислорода в воде зависит от температуры воды, интенсивности разложения органических веществ и др. процессов. Вероятно понижение содержания кислорода на 2 станции вызвано интенсивными процессами разложения органического вещества. Содержанием ионов водорода (рН) изменялось незначительно, рН колебалось в пределах 7,01 - 7,56. Вода р.Желваты в данный период относилась к разряду слабо щелочных.

Таблица 6.2

Некоторые характеристики воды р.Желвата

№ ст.	Взвесь, мг/л	Цвет- ность, град.	РН	ХПК, мгО/л	Кисло- род, мгО/л	БПК ₅ , мгО/л	NH ₄ ⁺ , мгN/л	P общ., МгР/л
1	6,0	45	7,56	16,1	7,79	1,73	0,054	0,152
2	8,6	50	7,01	36,8	5,07	2,66	0,084	0,094
3	9,5	40	7,20	25,3	8,90	6,89	0,125	0,164
4	8,8	45	7,45	18,4	6,86	6,86	0,065	0,094
ПДК	--	20 (35)	6-9	5	не	3	2,6	--
СанПин					менее 4			
ПДК р/х	--	--	--	--	--		0,5	0,2

Для характеристики качества поверхностных вод применяются классификации отражающие не только их химический состав, но и степень загрязнения. Учитывая особенности р.??????? и направленность освоения ее бассейна человеком для оценки качества вод данной реки наиболее применимы "Критерии и классы качества проточных вод, предложенные обществом LAWA в рамках проекта "Карта качества вод Федеральной Республики Германии" в 1976 году. Основу такой классификации составляют биологические (индекс сапробности) и химические (БПК₅, NH₄ - N, O₂) показатели (табл. 6.3).

Согласно данной классификации по степи органической нагрузки воды р.Желвата летом 2000 года в основном относились к категории критически загрязненных.

Таблица 6.3

Классификация качества проточных вод, принятая в Германии

Классы качества воды	Степень органической нагрузки	Сапробность	Индекс сапробности	Химические параметры		
				БПК ₅ , мг/л	NH ₄ -N, мг/л	O ₂ , мг/л
I	очень слабо загрязненные	олиго-сапробность	1-1.5	1	следы	>8
I-II	слабо загрязненные	олигобета-сапробность	1.5-1.8	1-2	0.1	>8
II	умеренно загрязненные	бета-сапробность	1.8-<2.3	2-6	<0.3	>6
II-III	критически загрязненные	бетаальфа-сапробность	2.3-<2.7	5-10	<1	>4
III	сильно загрязненные	альфамезо-сапробность	2.7-<3.2	7-13	0.5 и выше	>2
III-IV	очень сильно загрязненные	альфаполи-сапробность	3.2-<3.5	10-20	много	<2
IV	чрезмерно загрязненные	поли-сапробность	3.5-4	>15	много	<2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Река Желвата летом 2000 г. была сильно захлаплена лесом. Донные отложения содержали большое количество органических остатков, слой которых достигал местами 10- 20 см. Практически везде были отмечены признаки органического загрязнения: большое количество органических остатков, специфический запах, сильно нарушенный характер растительности, наличие большого количества слизи и налета на растениях, мертвая молодь рыб. Периодически отмечался запах фенола из донных отложений. Вода реки обладала высоким содержанием взвеси и коричневым цветом, прозрачность ее невысокая (40-60 см).

Ряд гидроморфологических характеристик реки, например, низкая скорость течения, незначительная средняя глубина, хорошая прогреваемость воды, низкая прозрачность, высокая цветность при наличии большого количества органического вещества способствуют созданию зон высокой сапробности - органического загрязнению водоема продуктами разложения органики (древесины).

Наиболее загрязненными по комплексу гидробиологических и гидрохимических показателей можно считать станции 2 (Новый Курдюм) и 4 (устье реки Желвата у впадения в водохранилище), что можно объяснить седиментацией и аккумуляцией в грунтах загрязняющих веществ вследствие расширения русла и уменьшения течения. Здесь отмечено максимальное подавление развития водных гидробионтов. Вода р.Желвата на станции 3 (ниже устья р.Нодога) также не отличалась хорошим качеством.

По результатам нашего исследования можно сказать, что антропогенная нагрузка биологического характера накапливается по мере продвижения вниз по течению реки. Почти на всех станциях биогенная нагрузка превышает буферную способность экосистемы, вследствие чего видовая и ценологическая структура гидробионтов претерпевают нежелательные изменения. Наличие гибридов в

составе флоры говорит о том, что имеет место сильное, хроническое воздействие на экосистему, приводящее к видовым перестройкам.

Накопление токсичных веществ в илах вызывает перестройки в ценозах гидробионтов, что сказывается на санитарно-гигиеническом состоянии водоема и органолептических свойствах воды.

Согласно Германской классификации по степени органической нагрузки воды р. Желвата летом 2000 года в основном относились к категории критически загрязненных.

Исследованные участки р. Желвата расположены в нижнем течении и устьевой области, в которой происходит контакт вод реки и Горьковского водохранилища и образуется зона выклинивания вод подпора. Это обеспечивает возникновение экотона, характеризующегося рядом отличительных черт, усложняющих оценку экологического состояния. Дело в том, что здесь наблюдается импульсная стабилизация системы, благодаря чему интенсивно протекают процессы самоочищения. Поэтому наиболее ярко одновременно могут наблюдаться черты организации сообществ находящихся в условиях загрязнения и интенсивного самоочищения. Для обеспечения наиболее объективной оценки необходимо проведение исследований в течение вегетационного сезона при различных гидрологических режимах, что позволит оценить временное и пространственное влияние загрязнения, которое здесь, безусловно, присутствует.

Для получения более подробной информации и выяснения полной картины нанесенного загрязнением вреда экосистеме необходимо проследить сезонную динамику развития гидробионтов, их сообществ и гидрохимических показателей, а также более подробно рассмотреть характер и места образования гибридов водных растений, как индикаторов сильных нарушений экосистемы.

Дальнейшие исследования необходимы также чтобы воссоздать картину активности продукционно-деструкционных процессов для данного водотока и сделать адекватное заключение. Отбор продукционно-деструкционных проб следует производить ежемесячно в течение навигационного периода (с мая по октябрь).

Кормовая база по фитопланктону на всем протяжении водотока достаточно высока для развития в нем зоологических организмов, в том числе рыб. Рассматривая бентос как кормовую базу рыб-бентофагов следует указать, что по классификации ГосНИОРХ станции 1, 2 и 4 являются средnekормными (биомасса бентоса 3 – 5 г/м²), кормность же станции 3 оценивается как "выше средней". Но наличие органического загрязнения может мешать рыбам использовать данный кормовой потенциал.

В связи с чем приобретает особую важность исследование молодежи рыб, степени их упитанности и использования кормовой базы. Такие наблюдения необходимы для выяснения роли реки Желваты (как притока Горьковского водохранилища) в воспроизводстве рыбных запасов последнего.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А., Семенов А.Д. и Б.А.Скопинцев. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 544 с.
- Андронникова И.Л. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. С.-Пб.: Наука, 1996.
- Белавская А.П. Высшая водная растительность. Методика изучения биогеоценозов пресных водоемов. М., 1975. С. 117-132.

- Бикбулатов Э.С. Персульфатный метод определения общего фосфора. Гидрохимические материалы. 1974. Т.60. С.167-173.
- Бикбулатов Э.С. и Верещагин В.М. Океанология. 1979. Т.19. Вып.2. С.341-343.
- Карпов В.В., Рохмистров В.А. и А.Б.Дитмар. Водохозяйственный паспорт бассейнов рек восточного побережья Горьковского водохранилища, 1980.
- Катанская В.М. Методика исследования высшей водной растительности. Жизнь пресных вод. М.-Л., 1956. т.4. ч.1. С.160-182.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л., 1981. 187 с.
- Киселев И.А. Методы исследования планктона. Жизнь пресных вод. М.- Л., 1956, т.4, ч.1.
- Ковальцов В.А. и Т.С.Коновалов. Определение SO_4 в воде. Гидрохимические материалы. Т.41, 1966.
- Крылов А.В. Зоопланктон малых рек в условиях различной антропогенной нагрузки. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. Борок, 1996.
- Кузнецов С.И., Романенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Практическое руководство. 1967.
- Методы исследования качества воды водоемов. М. Медицина. 1990. 396 с.
- Мязметс А.Х. Изменения зоопланктона. Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980.
- Никольская Г.В. Частная ихтиология. М.: Высшая школа, 1971. 470 с.
- Новский В.А. Геологическая история озер Ярославского Поволжья. Озера Ярославской обл. и перспектива их хозяйственного использования. Ярославль, 1970. С.208-234.
- Олексив И.Т. Показатели качества природных вод с экологических позиций. Львов: Изд. "Свит". 1992. 232 с.
- Папченков В.Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности. Экология. 1985. N 6. С.8-13.
- Природа и хозяйство Ярославской области. Ярославское книжное издательство. 1959.
- Трифонов Н.А. Труды ИБВВ АН СССР. 1968. Вып.18 (21). С.247-249.
- Унифицированные методы мониторинга фоновое загрязнения природной среды. под ред. Ф.И.Ровинского. М.: Гидрометеиздат. 1986. 182 с.
- Чуйков Ю.С. Экологический анализ состава и структуры сообществ водных животных как метод биологической оценки качества вод. Экология. 1978. N5.
- Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse. Gas-und Wasserfach. 1955. Vol.96. N.18. 604s.
- Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1973. Vol.7. P.1-218.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Р.ЖЕЛВАТА

N	Станции	Глубина воды, м	Донные отложения	V тече- ния	Темпе- ратура воды, °C	Прозра- чность воды, м	Шири- на реки, м	Заметки
1	д.Ведрово	л.б.=0,4- 1,5 сер.=3,5	песок с черными остатками органики	5 м/м	22	0,4	10	на воде вдоль берега белесая пленка
2	с.Новый Курдюм	п.б.=0,5- 3,5	сверху толстый слой коры и древесных остатков, внизу песок	на русле 1 м/м	22,5	0,5	200-250	берега пологие, вдоль берега залежи топляка, из донных отложений поднимаются пузырьки, сильный запах фенола и нефтяные пятна, на воде белесый налет, на растениях толстый слой слизи
3	ниже устья р.Нодога	у л.б.= 0,3-1,2	песок с черными органическими (в т.ч. древесными) остатками	0	20,5	0,5	400-500	многодохлой рыбы (0+, 1+)-ерш, окунь; берега пологие; растения покрыты известковым налетом; вода мутная с затхлым запахом и цветет
4	устье р.Желвата (п.Стрелицы)	у п.б.= 0,5-1,8	серая глина с большими и мелкими камнями и черными органическими (в т.ч.древесными) остатками	0	20	0,6	1 000	берега обрывистые, глиняные, крутые

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ Р.ЖЕЛВАТА (27-28 ИЮЛЯ 2000 Г.)

№ стан-ции	№ описа-ния	Видовой состав	ПП видов	ОПП	Глуби-на, см	Грунт	Заметки
1		д.Ведрово					
	1	Potamogeton x <i>gramineus</i>	65		до 80	песок с	небольшие пятна и куртинки
	2	Sagittaria sagittifolia	15		45	черными органическими остатками	вдоль прав. Берега
	3	Potamogeton perfoliatus	10		35-50		
	4	Alisma plantago-aquatica	15-20				
	5	Equisetum fluviatile	55-65		25		
	6	Equisetum fluviatile	25	37	25-30		
		Sparganium emersum	12				
	7	Nuphar lutea	5		65		куртины и полосы по берегу
	8	Scirpus sylvaticus	65		0-10		
	9	Carex aquatilis	80		0-10		
	10	Sparganium emersum	25	27	45-65		пятна вдоль л.б.
		Sparganium erectum	12				
2		п.Новый Курдюм					
	1	Sagittaria sagittifolia	7-10		до 60	песок, покрытый толстым слоем древесных остатков	небольшие мозаично расположенные пятна вдоль берега на растениях слизь + известков. налет
	2	Potamogeton perfoliatus	25	27	25-40		
		Spirodela polyrhiza	2				
	3	Potamogeton lucens	5		40-55		
	4	Potamogeton perfoliatus	12	17	35-50		
		Potamogeton lucens	5				
	5	Potamogeton perfoliatus	20	25	до 120		
		Nuphar x spenneriana	5				
	6	Nuphar lutea	7-10		80-120		
	7	Potamogeton perfoliatus	50	55	60-90		
		Nuphar x spenneriana	2				
		Sagittaria sagittifolia	3				
	8	Potamogeton perfoliatus	15/45		25-40		
	9	Batrachium x felixii	35	37	10-25		
		Ceratophyllum demersum	2				

	10	Potamogeton perfoliatus	до 25		до 8-10		
	11	Calla palustris	4		10-20		между бревен небольшие
	12	Spirodela polyrhiza	7		15		пятна
	13	Bidens cernua	2-5		10		на бревнах и рядом в воде
3	ниже устья р.Нодога						
	1	Potamogeton natans	55	65	50	песок	пятна рдестов 20-40 м ²
		Sagittaria sagittifolia	10			с черными	стрелолиста - 10-20 м ²
	2	Potamogeton lucens	65		30-70	органическими,	
	3	Potamogeton lucens	35		45	в т.ч.	преобладают заросли
	4	Nuphar lutea	15-20	25	45	древесными	стрелолиста пятнистого типа
		N. x spenneriana	4			остатками	и обширные полосы
	5	Potamogeton lucens	35/ 50	55/70	35-55		рдеста блестящего
		Sagittaria sagittifolia	15/10				Все растения покрыты
		Batrachium circinatum	5/7				известковым налетом,
		Ceratophyllum demersum	2/3				листья буровато-зеленые,
	6	Typha latifolia	7-10		45		подводные листья почти не
	7	Sagittaria sagittifolia	15/17		25-65		развиты,
	8	Potamogeton lucens	35/50		20-120		вода мутная и цветет
4	устье	р.Желвата (п.Спицино)					
	1	Potamogeton perfoliatus	60/75		35-180	серая глина	берега обрывистые из красной
	2	Potamogeton pectinatus	55/70		55-180	с камнями и	глины
						с черными	большие пятна рдестов 35-30м ²
						органическими,	вдоль берега
						в т.ч.	по берегу ивняк и ольха
						древесными	
						остатками	

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ ЖЕЛВАТЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

№ п/п	Дата отбора пробы	Гори зонт	t° воды	Общая численность, тыс.кл. / л	Общее число видов	Численность основных групп, тыс.кл./л	Число видов в группе	Массовые виды и индикаторы сапробности (наименование, % от общей численности, сапробность)	Индекс сапробности по Пантле и Букку	Класс качества воды
Река Желвата, д.Ведрово										
1.	28.07.00	0.5м с пов-ти		<u>2560</u> 3,076	20	д. <u>307</u> 0,253 з. <u>1607</u> 0,514 с/з. <u>467</u> 0,061 эвг <u>173</u> · 2.200 <u>7</u> зо л. 0,048	4 5 3 7 1	Dispora crucigenioides - 38% Dictyosphaerium pulchellum - 21%(b) Microcystis aeruginosa - 8% (b) Aphanizomenon flos-aqua - 8%(b-a)	1,89	III
Река Желвата, с.Новый Курдюм										
2.	27.07.	0.5м		<u>453</u>		д. <u>360</u>		Synedra ulna - 12%(x-a)		

	00	с пов- ти		3,878	34	3.600	28	Asterionella formosa - 10%(o-b) Pinnularia microstauron - 6%(o)	1,89	III
					з.	<u>47</u>				
					эвг	0,014 <u>47</u>	4			
						0,264	2			
Река Желвата, ниже устья р.Нодога,Центральная усадьба										
3.	28.07. 00	0.5м с пов- ти		<u>41473</u>		д. <u>1507</u>		Aphanizomenon flos-aqua - 47%(b-a)		
				8,699	22	1,412	4	Microcystis aeruginosa - 34% (b)		
					з.	<u>1173</u>		Anabaena spiroides -5%(o-b)	1,87	III
						0,358	8			
					с/з.	<u>38620</u>				
						5,306	4			
					эвг.	<u>173</u>				
						1,624	6			
Река Желвата, устье										
4.	28.07. 00	0.5м с пов- ти		<u>5120</u>		д. <u>1153</u>		Aphanizomenon flos-aqua - 73%(b-a)		
				3,529	31	2,722	27	Aulacosira islandica -12% (b)	2,07	III
					з.	<u>227</u>				
						0,051	2			
					с/з.	<u>3733</u>				
						0,441	1			
					эвг.	<u>7</u>				
						0,316	1			

Таблица 4

Развитие экологических групп зоопланктеров на участках различного типа

Типы участков*	1*	2	3	Всего плавающих	4	5	6	7	Всего ползающих	8	9	Всего прикрепленных	Ювенильные стадии Cyclopoida
1	5.3			5.3	35.1	8.8	3.5		47.4			0	42.1
2	17.5	1.0	3.9	22.4	1.0	37.7	0.1	4.9	43.7	0.1	1.9	2.0	29.9
3	46.4		6.5	52.9		0.1		0.4	0.5	0.1		0.1	46.4
4	9.1		2.0	11.1	55.1	7.1		3.8	66.0	0.2	3.8	4.0	22.8

* 1 – плавание / вертикация, первичная фильтрация; 2 – плавание / эврифаги; 3 – плавание / хищники; 4 – плавание + ползание / вертикация; 5 – ползание + плавание / вторичная фильтрация; 6 – ползание + плавание / эврифаги; 7 – ползание + плавание/хищники; 8 - прикрепление к субстрату + плавание / первичная фильтрация; 9 - прикрепление к субстрату + плавание / вертикация.