



Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан

Факультет высшего образования

Кафедра Общей экологии и экономики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ, В Т.Ч.
ПРЕДДИПЛОМНОЙ**

для студентов направления 05.04.06 Экология и природопользование
направленность «Экологический мониторинг»

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Авторы: канд. биол. наук, доцент Мельник И.В.; канд. биол. наук, доцент Обухова О.В.; док. биол. наук, профессор Грушко М.П.

Рецензент: к.б.н., доцент Турсинбаева Г.С.

Методические указания по производственной практике, в т.ч. преддипломной для студентов направления 05.04.06 Экология и природопользование направленность «Экологический мониторинг»

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Общая экология и экономика»
Протокол от 21.02.2025 г. № 7

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ	6
1.1. Содержание и основные этапы прохождения производственной практики.....	6
1.1.1. Общая часть практики.....	6
1.1.2. Индивидуальное задание.....	7
1.1.3. Подведение итогов практики.....	8
1.1.5. Структура отчета.....	10
1.1.6. Правила оформления Отчета по производственной практике..	11
1.2. Обязанности руководителей практики от университета (кафедры)...	13
1.3. Обязанности руководителей практики от организации.....	13
1.4. Права и обязанности студента-практиканта.....	14
ГЛАВА 2. ПРИМЕРНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ.....	15
2.1. Экологический мониторинг поверхностных вод.....	15
2.1.1. Глобальная система мониторинга.....	15
2.1.2. Виды наблюдений за качеством поверхностных вод.....	18
2.1.3. Установление местоположения створов.....	24
в пунктах наблюдений за сточными водами	
2.1.4. Требования к качеству воды.....	26
2.1.5. Системы оценки качества вод.....	28
2.1.6. Биотические индексы.....	44
2.1.7. Индексы сапробности.....	47
2.1.8. Индексы сходства видового состава.....	53
2.2. Экологический мониторинг атмосферного воздуха.....	57
2.2.1. Режим отбора проб воздуха.....	57
2.2.2. Электрохимический метод определения	58
концентрации оксида углерода	
(газоанализаторы "Палладий – 2 М" и "Палладий – 3")	
2.2.3. Метод определения концентрации оксидов азота.....	58
2.3. Изучение состава и свойств почвы.....	59
2.3.1. Физические свойства почвы.....	59
2.3.2. Механический состав почвы.....	60
2.3.3. Химические свойства почвы.....	60
2.3.4. Оформление результатов наблюдений.....	61
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	63
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Практика студентов образовательных учреждений высшего образования является составной частью образовательной программы. Она позволяет эффективно сочетать теоретические знания с практической подготовкой и направлена на формирование у обучающихся компетенций, характерных для направления 05.04.06 Экология и природопользование направленность Экологический мониторинг.

Основные положения и требования к производственной практике определяются соответствующими Федеральными Государственными Образовательными Стандартами по направлениям подготовки и Положением о практике обучающихся в филиале ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан, осваивающих образовательные программы высшего образования.

Цели производственной практики:

- знакомство с реальной практической работой организации (учреждения);
- развитие навыков самостоятельного решения проблем и задач, связанных с проблематикой, выбранного направления;
- овладение методикой работы, применяемой в данной организации (учреждении, НИИ, лаборатории);
- проработка теоретических вопросов, связанных с деятельностью учреждения (организация, НИИ, лаборатории), на котором проводится практика в рамках выбранного направления;
- применение полученных в процессе прохождения практики знаний для подготовки и последующего анализа экологических проектов, разработок, документов;
- приобретение навыков разработки учебных методических материалов (для практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).

Основные задачи практики:

- знакомство с вопросами техники безопасности во время прохождения производственной практики;
- применение, закрепление и углубление студентами теоретических знаний полученных во время обучения, при решении конкретных организационно-производственных и научно-технических задач;
- приобретение навыков практической работы по направлению;
- получение общего представления о конкретной организации (НИИ, лаборатории), об организационной структуре и системе управления;
- знакомство с технологией производственных процессов, методиками проведения работ и применяемым оборудованием;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы научно-исследовательского и экспериментального характера;

- знание систематики закономерностей роста и развития биологических объектов в местах исследований;
- изучение конкретной научной, производственной и другой экологической документации;
- обработка и критический анализ полученных данных;
- разработка учебных методических материалов.

ГЛАВА 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

1.1. Содержание и основные этапы прохождения производственной практики

Организация практики на всех этапах должна, в соответствии с установленными целями, быть направлена на обеспечение непрерывности и последовательности формирования у обучающихся профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС к уровню подготовки.

Объектами производственной практики служат:

1. Природопользователи – промышленные и сельскохозяйственные предприятия региона (страны) или отдельного промышленно-развитого города, имеющие характерные технологические процессы и оказывающие воздействие на окружающую среду;
2. Научно-исследовательские организации, центры и лаборатории;
3. Проектные организации;
4. Органы исполнительной власти и местного самоуправления в области природопользования и охраны окружающей среды.

Во время прохождения практики обучающийся должен выполнить:

- общую часть практики;
- индивидуальное задание;
- оформить дневник;
- написать и защитить отчет по практике.

Материалы, собранные при выполнении индивидуального задания являются основой для последующего выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) (магистерской диссертации).

1.1.1. Общая часть практики

Общая часть является обязательной для всех обучающихся независимо от индивидуальных заданий и конкретного места практики. Все изучаемые и приводимые в отчете сведения и материалы должны соответствовать месту прохождения практики и берутся по месту его определения.

В общей части практики даются общие представления об организации (учреждении) и его структуре, о задачах, решаемых конкретным подразделением, где будет проходить практику.

Перед началом практики все обучающиеся обязательно должны пройти по месту проведения практики Инструктаж по Технике Безопасности, общий Инструктаж по Пожарной Безопасности, а также Инструктаж по Правилам внутреннего распорядка и отдельным особенностям его режима.

Распределение по местам практики и руководство всей практикой осуществляются в конкретных Лабораториях, Отделах и Службах организации (учреждения) (Приложение 3).

По прибытии на место прохождения практики обучающийся совместно с руководителем практики составляет календарный план прохождения производственной практики. В плане должна быть отражена производственная и общественная работа студента, сбор и обработка материалов, необходимых для написания отчета по практике. Все разделы программы, студент выполняет на протяжении всего периода практики.

1.1.2. Индивидуальное задание

Во время прохождения производственной практики каждый студент выполняет индивидуальное задание по более углубленному изучению нормативно-правовой документации, отдельных процессов, методов или методик при проведении экологических и биологических исследований, приборов и оборудования, химических реактивов, применяемых при проведении анализов и определения качественных характеристик объектов исследований. Кроме этого, студент должен получить задание на разработку методических материалов для использования в учебном процессе.

Индивидуальное задание выдается руководителем практики от университета с учетом задач и места прохождения практики (Приложение 1).

Примеры индивидуальных заданий

Производственные предприятия, проектные и научно-исследовательские организации:

1. Определить структуру предприятия, организация и взаимосвязь отделов и служб, занимающихся экологическим мониторингом;

2. Обозначить цели и задачи, решаемые службой охраны окружающей среды: структура управления, природоохранные мероприятия, применяемые на производстве, способы оценки воздействия на окружающую среду, производственный экологический контроль и мониторинг;

3. Изучить систему контроля загрязнения приземного слоя воздуха, включающая автоматизированные метеопосты контроля, лаборатории, анализы проб воздуха, почв и воды - как составная часть территориально - производственной системы экологического мониторинга Астраханской области, средства автоматики, управления и сигнализации для передачи информации об экологической обстановке в зоне деятельности предприятия.

4. Определить нормативы предельно допустимых выбросов, лимиты водопотребления, водоотведения и размещения отходов, способы захоронения промышленных сточных вод и твердых отходов;

5. Исследовать экологическое состояние района работы предприятия, природоохранные мероприятия;

6. Осуществить сбор и обработка биологического материала для последующего анализа;

7. Оценить качество окружающей среды с помощью биологических объектов (биотестирование и биоиндикация);

8. Определить технико-экологические показатели производственных работ;
9. Осуществить расчет платежей за негативное воздействие на окружающую среду.

Органы исполнительной власти в области охраны окружающей среды:

1. Изучить документы, представленные на рассмотрения для получения Заключения экологической экспертизы, акты о проведении экологического контроля.
2. Дать оценку Проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, выбросов в атмосферный воздух и сбросов в водные объекты.
3. Изучить динамику правонарушений, связанных с нарушением природоохранного законодательства.

1.1.3. Подведение итогов практики

За время прохождения производственной практики студентом готовятся следующие документы:

- отчет о выполнении программы практики;
- дневник практики;
- отзыв-характеристика с места прохождения практики (Приложение 4).

В ходе практики, независимо от места ее проведения, каждый обучающийся ведет дневник, в котором отражается проделанная им работа. Составление отчета осуществляется в период всей практики. Отчет должен включать текстовый, графический и другой иллюстративный материал.

При подготовке отчета студенту следует использовать различные литературные, периодические, нормативные и другие источники и материалы, систематизируя и обобщая нужную для того или иного раздела отчета информацию.

Необходимо использовать творческий подход к оформлению и представлению собранной информации, критически оценивая отражаемые в источниках сведения и данные. Магистру необходимо не только раскрыть состояние дел по рассматриваемым вопросам, а определить недостатки, выявить их причины и дать решения по их устранению с обоснованием прогрессивных и перспективных направлений совершенствования.

Общие требования к отчетам: логическая последовательность и четкость изложения материала; краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования; убедительность аргументации; конкретность изложения материала и результатов работы; информационная выразительность; достоверность; достаточность и обоснованность выводов, отсутствие пунктуационных, орфографических и синтаксических ошибок.

Перед производственной практикой обучающиеся знакомятся с дисциплинами, формирующими основные профессиональные компетенции. Магистранты должны проработать основную и дополнительную учебную литературу, монографии и диссертации (на русском и иностранных языках), просмотреть специализированные журналы.

В ходе производственной практики магистрант может привлекаться к работе по изучению: особенностей отдельных компонентов биосферы как сложных самоорганизующихся систем; взаимосвязанности природных и социально-экономических факторов в глобальном экологическом кризисе и его отдельных проявлениях; взаимосвязей абиотических факторов и биотической компоненты экосистемы; пределов толерантности организмов и популяций; экологическую нишу, как обобщенное выражение экологической индивидуальности вида; экологической ниши, как обобщенного выражения экологической индивидуальности вида; процессов формирования климата, классификации климатов, тенденций изменения климата в глобальном и региональном аспектах; особенностей гидрологического режима рек, озер, водохранилищ, грунтовых и подземных вод; механизмов протекания процессов в водных объектах суши; основных принципов, закономерностей и законов пространственно-временной организации геосистем локального и регионального уровней; динамики и функционирования ландшафтов; основ типологии и классификации ландшафтов; биогенной миграции химических элементов в ландшафтах; особенностей влияния различных химических загрязнений на отдельные организмы и на сообщество в целом; основ биологической продуктивности биосферы, процессов воспроизводства пищевых ресурсов человечества; региональных этнических и демографических особенностей населения и специфики его взаимодействия с природной и социальной средой; физиологических основ здоровья человека, факторов экологического риска, возможностей экологической адаптации; математических и изобразительных свойств карт различных масштабов и тематики, способов изображения явлений, приемов генерализации, методов составления и оформления карт, назначения и классификации мониторинга природной среды и ее отдельных подразделений, методов наблюдений и наземного обеспечения; аналитических и синтетических направлений в мониторинге окружающей среды; моделирования процессов распространения антропогенных примесей в различных средах.

Обучающиеся должны хорошо владеть компьютером; знать основы природоохранного законодательства России и РУз и других промышленно-развитых стран; современную систему нормирования; методы оценки последствий возможного экологического ущерба и риска; меры предотвращения и ликвидации экологически опасных ситуаций или катастроф.

Дневник о прохождении практики представляет собой, как правило, брошюру (тетрадь) с наименованием учебного заведения и кафедры, также там должны фигурировать: название факультета института, специальность, специализация, курс и Фамилия Имя Отчество студента, проходящего

практику. В шапке таблицы должны быть следующие подзаголовки: дата, содержание практики, вопросы, возникшие в ходе практики, достигнутые результаты. Дневник заполняется по мере прохождения практики. Каждый день студент заполняет таблицу под заголовками, указывая дату и день практики.

Отзыв-характеристика оформляется на бланке учреждения (организации), где осуществлялась практика, подписывается руководителем организации по месту прохождения практики, заверяется печатью и является обязательным приложением к отчету. Отзыв-характеристика должна содержать оценку руководителем практики работы студента в организации, проявленных им деловых качеств, его навыков и умений, отношения к работе.

1.1.5. Структура отчета

Отчет о производственной практике должен содержать:

1. Титульный лист;
2. Содержание (оглавление) – это перечень разделов, параграфов и пунктов, составленных в той последовательности, в которой они представлены в отчёте;
3. Введение, в котором приводятся: актуальность, научная новизна и практическая значимость, цель и задачи практики, указываются место практики, сроки практики, объем проделанной работы, перечень отчетных материалов, руководитель практики и время ее проведения;
4. Глава 1. Приводятся: природно-климатические условия, информация о местоположении объекта исследования, региональные особенности;
5. Глава 2. Методические основы проведения исследовательских работ. Дается краткая характеристика приборов, оборудования, технологий используемых при выполнении производственных заданий;
6. Глава 3. Приводится подробное изложение и квалифицированный анализ фактического выполнения работ. При описании этапов выполняемых исследовательских работ в обязательном порядке необходимо приводить цифровую информацию, таблицы, карты, схемы, профили и т. д. с необходимыми пояснениями. Глава должна содержать столько разделов, сколько видов работ выполнял студент на практике. Большие по размеру карты и другие отчетные формы могут быть помещены в Приложениях к Отчёту с обязательной ссылкой на них в тексте.
7. Заключение. Дается пояснение о результатах научно-исследовательских работ, дается критическая оценка приобретенных профессиональных навыков, отмечаются достоинства и недостатки практики, предлагаются направления дальнейших исследований;
8. Выводы. Представляются основные выводы по поставленным задачам;
9. Методические разработки (для практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, преддипломная практика)

10. Литературу, содержащую список используемых источников представляют в соответствии с правилами библиографических требований;

11. Приложения. В «Приложение» помещают исходные материалы исследования, а также вспомогательные материалы, схемы, объемные рисунки и таблицы, не включенные в основной текст работы.

Объем отчета – 20–30 (до 50) страниц печатного текста на бумаге формата А4 без учета Приложения.

Неполные и небрежно оформленные отчеты к защите не допускаются.

По окончании практики (в течение последней недели) студент обязан представить соответствующую отчетную документацию и защитить подготовленный Отчет комиссии, состав которой назначается распоряжением заведующим кафедрой. По результатам успешной защиты студент получает дифференцированный зачет (зачет с оценкой).

Неудовлетворительная оценка за отчет по производственной практике расценивается как академическая задолженность.

При оценке работы студента во время производственной практики принимается во внимание:

- характеристика руководителя практики от предприятия (организации, учреждения);
- деятельность студента в период практики (степень полноты выполнения программы, овладение профессиональными основными навыками;
- содержание и качество оформления Отчета, полнота записей в дневнике;
- качество доклада и ответы студента на вопросы во время защиты отчета.

1.1.6. Правила оформления Отчета по производственной практике

Оформление Отчета по производственной практике должно проводиться в строгом соответствии с требованиями к оформлению текстовой документации.

Текст работы должен быть четким и кратким, не допускающим неоднозначных толкований. Не разрешается произвольное сокращение слов, замена слов буквенными обозначениями и математическими знаками.

Параметры страницы: поле слева – 30 мм, справа – 20 мм, сверху и снизу – 20 мм, переплет – 0, от края до колонтитула (верхнего и нижнего) – 1,25.

Формат абзаца: выравнивание для основного текста – по ширине, для заголовков и подписей иллюстраций – по центру. Отступ для основного текста – 1,25. Междустрочный интервал – полуторный. Отступы справа, слева, до и после абзаца – 0. Выравнивание текста - по ширине

Формат шрифта: шрифт Times New Roman, для основного текста – 14 пт, для заголовков глав – 16 пт, для содержимого таблиц, подписей к ил-

люстрациям – 12 или 14. Масштаб шрифта – 100%, интервал – обычный, смещение – нет.

Поставьте автоматическую расстановку переносов, переносы в словах из прописных букв запретите.

Текст глав должен разделяться на подразделы (параграфы). Заголовки должны четко и кратко отражать содержание раздела. Заголовки разделов (глав) располагают по центру, печатаются прописными буквами и отделяются от текста пропуском одной строки. Заголовки подразделов (параграфов) печатаются строчными (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Все заголовки должны быть выделены жирным шрифтом.

Иллюстрации и таблицы вставляются в текст Отчета или размещаются на отдельных листах в порядке их обсуждения в тексте. В тексте ссылка на таблицы обозначается словом (табл.), ссылка на рисунки – (рис.). Нумерация рисунков и таблиц должна быть сквозной, арабскими цифрами без знака №.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Таблицу с большим количеством строк можно переносить на другой лист (страницу). Заголовок помещается только над ее первой частью, над другими частями пишется слово "Продолжение".

Формулы в работе (если их более одной) нумеруют арабскими цифрами. Номер указывается в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы, например: (3). Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле.

Ссылки в тексте на источники (использованную литературу) указываются в круглых скобках с указанием фамилии автора, его инициалов и года выхода работы в печать, например: (Дежкин В.В., Снакин В.В., 2003). Ссылки на коллективные монографии и справочники, сборники работ даются по первым одному или двум словам названия, например: (Безопасность..., 2001; Природные ресурсы..., 2002). Если имеются ссылки на несколько работ одних и тех же авторов за один год, то они различаются дополнительными буквами в алфавитном порядке на соответствующем языке, например: (Дежкин В.В., 2000 а; 2000 б), с соблюдением согласования со списком литературы.

Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации, например, (рис. 2). Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в скобках, например, «...в формуле (3)».

Список литературы оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам, направляемым в печать, с обязательным указанием названий публикаций. Цитируемые публикации нумеруются в алфавитном порядке. Оформление списка литературы регламентируются рядом

ГОСТов, которые обеспечивают единообразное библиографическое описание. Основными из них являются:

- ГОСТ 7.1 - 2003 «Библиографическое описание. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»
- ГОСТ 7.82 - 2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных изданий. Общие требования и правила составления»

В начало списка помещаются официальные документы (Законы, Постановления, Указы и т.д.).

При описании книги (документа) сведения берутся только с титульного листа, а в случае его отсутствия - с обложки издания, оборота титульного листа, из выпускных данных.

1.4. Обязанности руководителей практики от факультета и кафедр

Руководители практики от университета (кафедры) обязаны:

- устанавливать связь с руководителями практики от организации и совместно с ними составлять программу проведения практики;
- утверждать тематику индивидуальных заданий;
- принимать участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещения их по видам работ;
- нести ответственность совместно с руководителем практики от организации за соблюдение студентами правил и норм по охране труда;
- готовить проект приказа о практике и о комиссии;
- осуществлять общее руководство практикой обучающихся;
- доводить до сведения студентов цели и задачи, перечень отчетной документации;
- оказывать методическую помощь студентам при выполнении ими индивидуальных заданий и сборе материалов к ВКР;
- контролировать студентов (выборочно), проходящих практику индивидуально, проверять отчетную документацию;
- обеспечивать учет результатов практики и подводить итоги;
- оценивать результаты выполнения программы практики.

1.5. Обязанности руководителей практики от организации

Руководитель практики от организации:

- осуществляет общее руководство практикой (или непосредственное руководство);
- подбирает высококвалифицированных специалистов в качестве руководителей практики студентов в отделе, лаборатории и других структурных подразделениях организации;

- совместно с руководителем практики от университета организует и контролирует организацию практики студентов в соответствии с программами и утвержденными планами прохождения практики;
- обеспечивает качественное проведение инструктажей по охране труда;
- контролирует соблюдение практикантами производственной дисциплины и сообщает руководителю практики от Университета обо всех случаях нарушений студентами правил внутреннего трудового распорядка и наложение на них дисциплинарных взысканий;
- осуществляет учет работы студентов-практикантов;
- осуществляет постоянный контроль за производственной работой практикантов, помогает им правильно выполнять все задания на данном рабочем месте, знакомит с передовыми методами работы и консультирует по производственным вопросам.

1.4. Права и обязанности студента-практиканта

В целях лучшей подготовки к практике студент должен ознакомиться с программой предстоящих работ, собрать, изучить рекомендуемые материалы (источники) и получить необходимые консультации по методике работ от руководителя практики от организации.

В период прохождения практики **студент обязан:**

- соблюдать Устав университета, выполнять все административные и дисциплинарные указания руководителя практики от организации, обеспечивать высокое качество выполняемых работ;
- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики;
- соблюдать правила внутреннего распорядка на производстве;
- изучить правила эксплуатации оборудования, правила и нормы по охране труда, производственной санитарии, противопожарной защиты и другие условия работы на производстве;
- нести ответственность за выполненную работу и ее результаты наравне со штатными работниками;
- доложить руководителю производственной практики от организации о выполнении всех заданий и сдать отчет по практике руководителю практики от университета (кафедры).

Студент имеет право:

- обращаться к руководителям практики от университета, администрации и руководителям практики на производстве по всем вопросам, возникающим в процессе практики;
- вносить предложения по совершенствованию организации практик;
- участвовать в конференциях и совещаниях;
- пользоваться библиотекой, кабинетами, находящимися в них методическими пособиями и другими документами (ТУ, ГОСТ, ИСО, ГОСТ Р, ЕС и т.д.), необходимыми для оформления Отчета по практике.

ГЛАВА 2. ПРИМЕРНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

2.1. Экологический мониторинг поверхностных вод

2.1.1. Глобальная система мониторинга

В окружающей природной среде гидросфере принадлежит особое место. Подземные и поверхностные воды в зависимости от аспекта исследований рассматриваются как в качестве объектов жизнедеятельности, так и распространителей отрицательного техногенного воздействия, или в обоих качествах.

Мониторинг водных объектов должен идти с учетом порядка водотока, его площадных и линейных размеров, степени влияния природных условий на формирование его поверхностного и подземного стока и экологической обстановки на водосборной территории. Схема и виды мониторинга для крупных водотоков будут существенно отличаться от схем и видов мониторинга для водотоков другого порядка. Чем выше порядок водотока, тем больше отличий.

Мониторинг больших водотоков заключается в наблюдении за их гидробиологическими и гидрохимическими особенностями и источниками антропогенного загрязнения, так как для них практически все виды загрязнения имеют техногенную природу. Гидробиологические наблюдения на крупных водотоках имеют приоритетное значение в силу того, что эти водотоки являются судоходными и на них расположены гидроэлектростанции.

Природные особенности территории, прилегающей к крупному водотоку, не оказывают заметного влияния на его состояние, поэтому мониторинг крупных водотоков должен сводиться к созданию сети гидробиологических и гидрохимических наблюдений и контролю за сбросами загрязняющих веществ на предприятиях и очистных сооружениях. Повышение эффективности мониторинга связано здесь с внедрением видов наблюдений, которые позволяют сокращать время между ними и оперативно информировать об аварийных сбросах.

Для малых рек схема усложняется, так как приходится иметь дело с большим количеством факторов. Финансовые ограничения не позволяют постоянно наблюдать за гидрологическим и гидрохимическим режимом всех малых рек.

Вместе с тем нормативные и сверхнормативные сбросы сточных вод наносят существенный вред малым рекам, а аварийные сбросы могут привести к полной деградации водотока. Природные ландшафты оказывают существенное влияние на гидрологический и гидрохимический режим малых рек. Все это надо учитывать при подготовке их мониторинга.

В настоящее время в рамках проекта ООН создана глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС), частью которой является программа, посвященная водным проблемам - ГСМОС (Вода) - с центром в Канаде. В программе ГСМОС (Вода) активное участие принимают 4 специализированных учреждения ООН: Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО).

Задачами программы ГСМОС (Вода) является следующее:

- мониторинг распространения и трансформации загрязняющих веществ в водной среде;
 - оповещение о серьезном нарушении состояния водных объектов;
 - напоминание правительствам о необходимости принятия мероприятий по охране, восстановлению и улучшению окружающей среды.
- Программа ГСМОС (Вода) включает 7 основных пунктов:
- создание всемирной сети станций мониторинга;
 - разработка единой методики отбора и анализа проб воды;
 - осуществление контроля за точностью данных;
 - использование современных систем хранения и распространения информации;
 - организация повышения квалификации для специалистов;
 - подготовка методических справочников;
 - обеспечение необходимым оборудованием (в отдельных случаях).

В 1972 г. на базе станций гидрометеослужбы организована Общегосударственная служба наблюдений и контроля состояния окружающей среды (ОГСНК), построенная по иерархическому принципу:

ОГСНК состоит из нескольких уровней:

- станций наблюдения (первичных пунктов), осуществляющих наблюдения, определенную обработку и обобщение данных;
- территориальных и региональных центров, осуществляющих обобщения, анализ материалов, составление местных прогнозов и оценку состояния окружающей среды по своей территории;
- высшего Гидрометцентра и других головных центров (НИИ).

В обработанном и систематизированном виде полученная информация представлена в кадастровых изданиях, таких как "Ежегодные данные о составе и качестве поверхностных вод суши" (по гидрохимическим и гидробиологическим показателям).

Учет поверхностных вод суши по качественным показателям осуществляется в рамках ОГСНК. Основными требованиями к гидрохимической сети применительно к государственному учету вод являются следующие:

- строгая увязка сети пунктов (створов) гидрохимических наблюдений с размещением на них водопользователей, особенно водопользователей с водоемкими производствами;

- достаточная полнота пространственного охвата водных объектов сетью наблюдений, обеспечивающих получение соответствующей информации о качестве забираемых водопользователями поверхностных вод, а также данных об изменении качества воды в результате водопользования;

- достаточная частота наблюдений во времени;

- строгая увязка перечня определяемых загрязняющих веществ и показателей загрязнения в воде водоема или водотока со спецификой состава сточных вод, сбрасываемых в водный объект основными водопользователями.

Публикуемая часть ГВК имеет следующую структуру:

- поверхностные воды (реки и каналы; озера и водохранилища; качество вод суши; селевые потоки; ледники, моря и устья рек);

- подземные воды;

- использование вод.

Каждый из трех перечисленных разделов подразделяется на три серии:

- каталожные данные (разовое издание);

- ежегодные данные (ежегодное издание);

- многолетние данные (издаются один раз в 5 лет).

Распределение функций мониторинга по различным ведомствам, не связанным между собой, приводит к дублированию усилий, снижает эффективность всей системы мониторинга и затрудняет доступ к необходимой информации, как для граждан, так и для государственных организаций. Поэтому в 1993 году было принято решение о создании Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ), которая должна объединить возможности и усилия многочисленных служб для решения задач комплексного наблюдения, оценки и прогноза состояния среды в РФ.

ЕГСЭМ как центр единой научно-технической политики в области экологического мониторинга должна обеспечивать:

- координацию разработки и выполнения программ наблюдений за состоянием окружающей среды;

- регламентацию и контроль сбора и обработки достоверных и сопоставимых данных;

- хранение информации, ведение специальных банков данных и их гармонизацию (согласование, телекоммуникационную связь) с международными эколого-информационными системами;

- деятельность по оценке и прогнозу состояния объектов окружающей природной среды, природных ресурсов, откликов экосистем и здоровья населения на антропогенное воздействие;

- доступность интегрированной экологической информации широкому кругу потребителей.

ЕГСЭМ должна сохранить структуру ОГСНК.

Организация сети пунктов наблюдений за поверхностными водными объектами

Для проведения мониторинга вод суши организуются:

- стационарная сеть пунктов наблюдений за естественным составом и загрязнением поверхностных вод;
- специализированная сеть пунктов для решения научно-исследовательских задач;
- временная экспедиционная сеть пунктов.

В основе организации и проведения наблюдений за качеством поверхностных вод лежат следующие принципы: комплексность и систематичность наблюдений, согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями, определение показателей качества воды едиными методами. Соблюдение этих принципов достигается установлением программ контроля (по физическим, химическим, гидробиологическим и гидрологическим показателям) и периодичности проведения контроля, выполнением анализа проб воды по единым или обеспечивающим требуемую точность методикам.

2.1.2. Виды наблюдений за качеством поверхностных вод

В рамках ОГСНК проводят:

- наблюдения за уровнем загрязненности поверхностных вод по физическим, химическим, гидрологическим и гидробиологическим показателям в режимных пунктах;
 - наблюдения, предназначенные для решения специальных задач.
- Каждый из этих видов наблюдений осуществляется в результате:
- предварительных (рекогносцировочных) наблюдений и исследований на водных объектах или их участках;
 - систематических наблюдений на водных объектах в выбранных пунктах (Вода. Общие требования..., 2000).

Основные задачи систематических наблюдений за качеством поверхностных вод в системе ОГСНК можно сформулировать следующим образом:

- систематическое получение как отдельных, так и осредненных во времени и пространстве данных о качестве воды;
- обеспечение хозяйственных органов, а также заинтересованных организаций систематической информацией и прогнозами изменения гидрохимического режима и качества воды водоемов и водотоков и экстренной информацией о резких изменениях загрязненности воды.

Порядок организации и проведения наблюдений в пунктах режимных работ определены ГОСТом 17.1.3.07-82 и Методическими указаниями.

К задачам специальных наблюдений и исследований, определяемым в каждом конкретном случае, относятся:

- установление основных закономерностей процессов самоочищения;
- определение влияния накопленных в донных отложениях загрязняющих веществ на качество воды;

- составление балансов химических веществ водоемов или участков водотоков;
- оценка выноса химических веществ через замыкающий створ рек;
- оценка выноса химических веществ с коллекторно-дренажными водами и др.

Все пункты наблюдений за качеством воды водоемов и водотоков делят на 4 категории, определяемые частотой и детальностью программ наблюдений. Назначение и расположение пунктов контроля определяются правилами наблюдений за качеством воды водоемов и водотоков.

Пункты первой категории располагают на средних и больших водоемах и водотоках, имеющих важное народнохозяйственное значение:

- в районах городов с населением свыше 1 млн. жителей;
- в местах нереста и зимовья особо ценных видов промысловых рыб;
- в районах повторяющихся аварийных сбросов загрязняющих веществ;
- в районах организованного сброса сточных вод, в результате которых наблюдается высокая загрязненность воды.

Пункты второй категории устраивают на водоемах и водотоках в пределах следующих участков:

- в районах городов с населением от 0,5 до 1 млн. жителей;
- в местах нереста и зимовья ценных видов промысловых рыб (организмов);
- на важных для рыбного хозяйства предплотинных участках рек;
- в местах организованного сброса дренажных сточных вод с орошаемых территорий и промышленных сточных вод;
- при пересечении реками Государственной границы;
- в районах со средней загрязненностью воды.

Пункты третьей категории располагают на водоемах и водотоках:

- в районах городов с населением менее 0,5 млн. жителей;
- на замыкающих участках больших и средних рек;
- в устьях загрязненных притоков больших рек и водоемов;
- в районах организованного сброса сточных вод, в результате чего наблюдается низкая загрязненность воды.

Пункты четвертой категории устанавливают:

- на незагрязненных участках водоемов и водотоков,
- на водоемах и водотоках, расположенных на территориях государственных заповедников и национальных парков.

Наблюдения за качеством воды ведут по определенным видам программ, которые выбирают в зависимости от категории пункта контроля. Периодичность проведения контроля по гидробиологическим и гидрохимическим показателям устанавливают в соответствии с категорией пункта наблюдений. При выборе программы контроля учитывают целевое использование водоема или водотока, состав сбрасываемых сточных вод, требования потребителей информации. Параметры, определение которых

предусмотрено обязательной программой наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрохимическим и гидрологическим показателям.

Наблюдения по обязательной программе на водотоках осуществляют, как правило, 7 раз в год в основные фазы водного режима: во время половодья - на подъеме, пике и спаде; во время летней межени - при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка; осенью - перед ледоставом; во время зимней межени.

В водоемах качество воды исследуют при следующих гидрологических ситуациях: зимой при наиболее низком уровне и наибольшей толщине льда; в начале весеннего наполнения водоема; в период максимального наполнения; в летне-осенний период при наиболее низком уровне воды.

Сокращенную программу наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям подразделяют на три вида:

- Первая программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, концентрации растворенного кислорода, удельной электропроводности, визуальные наблюдения.

- Вторая программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, pH, удельной электропроводности, концентрации взвешенных веществ, ХПК, БПК₅, концентрации 2-3 загрязняющих веществ, основных для воды в данном пункте контроля, визуальные наблюдения.

- Третья программа предусматривает определение расхода воды, скорости течения (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, pH, концентрации взвешенных веществ, концентрации растворенного кислорода, БПК₅, концентрации всех загрязняющих воду в данном пункте контроля веществ, визуальные наблюдения.

Гидрохимические показатели качества природных вод в пунктах контроля сопоставляют с установленными нормами качества воды.

Внедрение в систему наблюдений за качеством воды гидробиологических методов позволяет непосредственно выяснить состав и структуру сообществ гидробионтов.

Полная программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям предусматривает:

- исследование фитопланктона - общей численности клеток, числа видов, общей биомассы, численности основных групп, биомассы основных групп, числа видов в группе, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;

- исследование зоопланктона - общей численности организмов, общего числа видов, общей биомассы, численности основных групп, биомассы основных групп, числа видов в группе, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;

- исследование зообентоса - общей численности, общей биомассы, общего числа видов, числа групп по стандартной разработке, числа видов в группе, числа основных групп, биомассы основных групп, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;
- исследование перифитона - общего числа видов, массовых видов, частоты встречаемости, сапробности;
- определение микробиологических показателей - общего числа бактерий, числа сапрофитных бактерий, отношения общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий;
- изучение фотосинтеза фитопланктона и деструкции органического вещества, определение отношения интенсивности фотосинтеза к деструкции органического вещества, содержания хлорофилла;
- исследование макрофитов - проективного покрытия опытной площадки, характера распространения растительности, общего числа видов, преобладающих видов (наименования, проективного покрытия, финофазы, аномальных признаков).

Сокращенная программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям предусматривает исследование:

- фитопланктона - общей численности клеток, общего числа видов, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;
- зоопланктона - общей численности организмов, общего числа видов, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;
- зообентоса - общей численности групп по стандартной разработке, числа видов в группе, числа основных групп, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;
- перифитона - общего числа видов, массовых видов, сапробности, частоты встречаемости.

Параметры, определение которых предусмотрено обязательной программой наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрохимическим и гидрологическим показателям, приведены в таблице 1.

Наблюдения по обязательной программе на водотоках осуществляют, как правило, 7 раз в год в основные фазы водного режима: во время половодья – на подъеме, пике и спаде; во время летней межени – при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка; осенью – перед ледоставом; во время зимней межени.

В водоемах качество воды исследуют при следующих гидрологических ситуациях: зимой при наиболее низком уровне и наибольшей толщине льда; в начале весеннего наполнения водоема; в период максимального наполнения; в летне-осенний период при наиболее низком уровне воды.

Сокращенную программу наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям подразделяют на три вида:

- Первая программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, концентрации рас-

творенного кислорода, удельной электропроводности, визуальные наблюдения.

- Вторая программа предусматривает определение расхода воды (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, pH, удельной электропроводности, концентрации взвешенных веществ, ХПК, БПК₅, концентрации 2–3 загрязняющих веществ, основных для воды в данном пункте контроля, визуальные наблюдения.

- Третья программа предусматривает определение расхода воды, скорости течения (на водотоках), уровня воды (на водоемах), температуры, pH, концентрации взвешенных веществ, концентрации растворенного кислорода, БПК₅, концентрации всех загрязняющих воду в данном пункте контроля веществ, визуальные наблюдения.

Таблица 1

**Параметры, определение которых предусмотрено
обязательной программой наблюдений**

Параметры	Единицы измерения
Расход воды (на водотоках)	м ³ /с
Скорость течения воды (на водотоках)	м/с
Уровень воды (на водоемах)	М
Визуальные наблюдения	–
Температура	°С
Цветность	Градусы
Прозрачность	См
Запах	Баллы
Кислород	мг/дм ³
Диоксид углерода	мг/дм ³
Взвешенные вещества	мг/дм ³
Водородный показатель (pH)	–
Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)	мВ
Хлориды (Cl ⁻)	мг/дм ³
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻)	мг/дм ³
Кальций (Ca ²⁺)	мг/дм ³
Магний (Mg ²⁺)	мг/дм ³
Натрий (Na ⁺)	мг/дм ³
Калий (K ⁺)	мг/дм ³
Сумма ионов (S _и)	мг/дм ³
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³
Нитритный азот (NO ₂ ⁻)	мг/дм ³
Нитратный азот (NO ₃ ⁻)	мг/дм ³
Минеральный фосфор (PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³
Железо общее	мг/дм ³
Кремний	мг/дм ³
БПК ₅	мг O ₂ /дм ³
ХПК	мг O/дм ³

Нефтепродукты	мг/дм ³
СПАВ	мг/дм ³
Фенолы (летучие)	мг/дм ³
Пестициды	мг/дм ³
Тяжелые металлы	мг/дм ³

Гидрохимические показатели качества природных вод в пунктах контроля сопоставляют с установленными нормами качества воды. Программы и периодичность наблюдений по гидрохимическим показателям для пунктов различных категорий приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Программы и периодичность наблюдений
для пунктов различных категорий**

Периодичность проведения контроля	Категория пунктов наблюдений			
	I	II	III	IV
Ежедневно	Сокращенная программа 1	Визуальные Наблюдения	—	—
Ежедекадно	Сокращенная программа 2	Сокращенная программа 1	—	—
Ежемесячно	Сокращенная программа 3			—
В основные фазы водного режима	Обязательная программа			

Внедрение в систему наблюдений за качеством воды гидробиологических методов позволяет непосредственно выяснить состав и структуру сообществ гидробионтов.

Методики, применяемые при анализе вод:

Определение концентрации водородных ионов (ПНД Ф 14.1.2:3:4.121-97).

Определение сухого остатка (ПНД Ф 14.1:2.114-97).

Определение общей жесткости (ПНД Ф 14.1:2.98-97).

Определение концентрации ионов кальция (ПНД Ф 14.1:2.95-97).

Определение концентрации ионов аммония (ПНД Ф 14.1.1-95).

Определение концентрации хлоридов (ПНД Ф 14.1:2.96-97).

Определение концентрации сульфат-ионов (ПНД Ф 14.1:2.108-97).

Определение концентрации гидрокарбонатов (ПНД Ф 14.2.99-97).

Определение концентрации нитрат – ионов (ПНД Ф 14.1:2.4-95).

Определение концентрации нитрит – ионов (ПНД Ф 14.1:2.3-95).

Определение концентрации фосфат– ионов (ПНД Ф 14.1:2.112-97).

Определение химического потребления кислорода (ПНД Ф 14.1:2.100-97).

Определение биологического потребления кислорода (ПНД Ф 14.1:2.101-97).

2.1.3. Установление местоположения створов в пунктах наблюдений за сточными водами

Подпунктом наблюдения следует понимать место на водоеме или водотоке, в котором производят комплекс работ для получения данных о качестве воды.

Пункты наблюдений организуют в первую очередь на водоемах и водотоках, имеющих большое народнохозяйственное значение, а также подверженных значительному загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами. На не загрязненных сточными водами водоемах и водотоках или их участках создаются пункты для фоновых наблюдений.

Пункты наблюдений организуют на водоемах и водотоках в районах:

- расположения городов и крупных поселков, сточные воды которых сбрасываются в водоемы и водотоки;
- сброса сточных вод отдельно стоящими крупными промышленными предприятиями, территориально производственными комплексами, организованного сброса сельскохозяйственных сточных вод;
- мест нереста и зимовья ценных и особо ценных видов промысловых организмов;
- предплотинных участков рек, являющихся важными для рыбного хозяйства;
- пересечения реками государственных границ;
- замыкающих створов больших и средних рек;
- устьев загрязненных притоков больших водоемов и водотоков.

Для изучения природных процессов и определения фонового состояния воды водоемов и водотоков пункты наблюдений создают также на не подверженных прямому антропогенному воздействию участках, в том числе на водоемах и водотоках, расположенных на территориях заповедников и национальных парков и являющихся уникальными природными образованиями.

В пунктах наблюдений организуют один или несколько створов. Под створом понимают условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о качестве воды. Местоположение створов устанавливают с учетом гидрометеорологических и морфологических особенностей водного объекта, расположения источников загрязнения, количества, состава и свойств сбрасываемых сточных вод, интересов водопользователей и водопотребителей.

Один створ устанавливают на водотоках при отсутствии организованного сброса сточных вод в устьях загрязненных притоков, на незагрязненных участках водотоков, на предплотинных участках рек, на замыкающих участках рек, в местах пересечения государственной границы.

При наличии организованного сброса сточных вод устанавливают на водотоках два створа и более. Один из них располагают выше источника загрязнения (вне влияния рассматриваемых сточных вод), другие - ниже

источника (или группы источников) загрязнения в месте полного смешения. Химический состав воды в пробе, отобранной в створе выше источника загрязнения, характеризует фоновые показатели качества воды водотока в данном пункте. Сравнение фоновых показателей с показателями качества воды в пробе, отобранной ниже источника загрязнения, позволяет судить о характере и степени загрязненности воды под влиянием источников загрязнения данного пункта. Изменение химического состава воды в пробах, отобранных в первом после сброса сточных вод створе и в расположенных ниже створах, дает возможность оценить самоочищающую способность водотока.

Верхний (первый) фоновый створ устанавливают в 1 км выше первого источника загрязнения. Выбор створов ниже источника (или группы источников) загрязнения осуществляют с учетом комплекса условий, влияющих на характер распространения загрязняющих веществ в водотоке. Необходимо, чтобы нижний створ характеризовал состав воды в целом по сечению, т.е. был расположен в месте достаточно полного (не менее 80%) смешения сточных вод с водой водотока.

На реках, где створ полного смешения находится далеко от источников загрязнения, процесс трансформации части загрязняющих веществ может завершиться до створа полного смешения и их влияние на физические свойства и химический состав воды в этом створе может быть не обнаружено. В этом случае створ устанавливают, исходя из интересов народного хозяйства, на ближайшем участке водопользования. На реках, используемых для нужд рыбного хозяйства, такой створ устанавливают не далее 0,5 км от места сброса сточных вод.

При наличии группы источников загрязнения верхний (фоновый) створ располагают выше первого источника, нижний - ниже последнего. Исходя из интересов народного хозяйства, между створами выше и ниже источников загрязнения могут быть установлены дополнительные створы, которые должны характеризовать влияние отдельных источников загрязнения.

Для наблюдений по водоему в целом с учетом геоморфологии береговой линии и других факторов устанавливают не менее трех створов, по возможности равномерно распределенных по акватории. При контроле на отдельных загрязненных участках водоемов створы устанавливают с учетом условий водообмена водоемов.

На водоемах с интенсивным водообменном (коэффициент водообмена более 5 раз в год) расположение створов аналогично расположению их на водотоках: один створ устанавливают в 1 км выше источника загрязнения, вне зоны его влияния, остальные створы (не менее двух) располагают ниже источника загрязнения на расстоянии 0,5 км от места сброса сточных вод и непосредственно за границей зоны загрязнения.

На водоемах с умеренным (от 0,1 до 5 раз в год) и замедленным (до 0,1 раз в год) водообменном один створ устанавливают вне зоны влияния источника или группы источников загрязнения, второй створ совмещают с

местом сброса сточных вод, остальные створы (не менее двух) располагают параллельно второму по обе его стороны на расстоянии 0,5 км от места сброса сточных вод и непосредственно за границей загрязненной зоны).

Количество вертикалей в створе на водоеме определяется шириной зоны загрязненности: первую вертикаль располагают на расстоянии не далее 0,5 км от места сброса сточных вод или от берега, последнюю - непосредственно за границей зоны загрязнения.

Количество вертикалей в створе на водотоке определяется условиями смешения речных вод со сточными водами или водами притоков: при неоднородности химического состава в створе устанавливают не менее трех вертикалей (на стержне и на расстоянии 3-5 м от берегов), при однородности химического состава - одну вертикаль (на стержне реки).

Количество горизонтов на вертикали определяется глубиной водоема или водотока в месте измерения: при глубине до 5 м устанавливается один горизонт (у поверхности - в 0,2-0,3 м от поверхности воды летом и у нижней поверхности льда зимой), при глубине от 5 до 10 м - два (у поверхности и в 0,5 м от дна), а при глубине более 10 м - три (дополнительно промежуточный, расположенный на половине глубины).

2.1.4. Требования к качеству воды

Каждый вид, водопользования предъявляет определенные требования к качеству воды. Оценка пригодности воды для различных нужд производится по ее физическим, химическим и биологическим показателям.

Наиболее разнообразны требования к воде, используемой для промышленности. Они определяются спецификой отдельных производств и непрерывно усложняющейся технологией многих из них. В целом можно считать, что потребляемая вода не должна вызывать ухудшение качества продукции и развитие коррозии или различных солевых отложений в аппаратуре, трубопроводах и отдельных сооружениях. Недопустимо применение воды, представляющей опасность для здоровья работающего персонала или могущей создать аварийную производственную обстановку. Для некоторых технологических процессов требуется вода со значительно меньшим содержанием примесей по сравнению с водой, используемой в питьевых целях.

Вода, забираемая для орошения, должна быть безвредной для растений, не должна вызывать засоления почвы и ухудшать качество урожая.

Требования к качеству вод, используемых для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд, лимитированы нормативно-правовой документацией РФ. Водоемы и водотоки разделяются на две категории. Первая из них объединяет водоемы и водотоки или отдельные их участки, используемые для питьевого водоснабжения и обеспечения предприятий пищевой промышленности. Ко второй категории относятся участки, предназначенные для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы

и водотоки, расположенные в населенных пунктах. Основные требования к качеству воды:

1) количество растворенного кислорода в воде после смешения с ней сточных вод не должно быть меньше 4 мг/л в любой период года в пробе, взятой до 12 ч дня;

2) биохимическая потребность в кислороде - БПК (количество кислорода, потребляемое на биохимическое окисление органических веществ) при 20° С не должна превышать 3 и 6 мг/л для водоемов и водотоков соответственно первой и второй категорий;

3) содержание взвешенных веществ в воде после спуска стоков не может увеличиваться, более чем на 0,25 и 0,75 мг/л для водоемов и водотоков соответственно первой и второй категории;

4) вода не должна иметь запахов и привкусов интенсивностью свыше 2 баллов. Кроме того, она не должна придавать посторонний запах и привкус мясу рыб;

5) после смешения вод водоема или водотока с промывными и коммунальными стоками кислотность должна находиться в пределах $pH=7$

6) окраска не должна обнаруживаться при столбике воды высотой 20 и 10 см соответственно для водоемов и водотоков первой и второй категорий;

7) не допускается содержание ядовитых веществ в концентрациях, могущих оказать вредное воздействие на людей и животных;

8) на поверхности водоема не должно быть плавающих примесей (пленок, пятен минеральных масел и др.);

9) не допускается наличие возбудителей заболеваний воды, содержащие болезнетворные бактерии, подвергающиеся обеззараживанию после предварительной очистки;

10) повышение температуры в водоеме или водотоке при выпуске в него различных стоков допускается не более чем 3° С;

11) минеральный осадок не должен быть более 1000, в том числе хлоридов - 350 и сульфатов - 500 мг/л.

Особое внимание обращается на недопустимость загрязнения ядовитыми веществами. Во всех случаях категорически запрещается спускать в канализацию и водоемы пульпу, осадки и различные остатки, образующиеся при обезвреживании радиоактивных сточных вод, а также высокоактивных жидких отходов.

Выпуск в водоемы и водотоки сточных вод, содержащих радиоактивные вещества (за исключением рыбохозяйственных водоемов и сообщаемых с ними других), производится в строгом соответствии со специальными правилами. Как правило, перед выпуском в водоемы и водотоки, сточные воды подвергаются очистке, чтобы не оказывать на качество воды в них вредного воздействия. Степень необходимой очистки устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от перечисленных ранее требований, предъявляемых к качеству воды.

2.1.5. Системы оценки качества вод

Основоположником гидробиологических методов оценки качества вод принято считать Фердинанда Кона, благодаря его соотечественнику Мецу, объявившему год появления известного сочинения Кона годом микроскопического анализа вод.

Интерес к гидробиологическим методам во многом был возрожден обстоятельными исследованиями Меца, предложившим списки гидробионтов-антагонистов, встречающихся только в исключительно или в сильно загрязненных водах, а также списки «промежуточных» форм, характеризующих различные уровни загрязнения.

Санитарно-экологическая характеристика многих гидробионтов, данная Мецем, вполне соответствует современной классификации гидробионтов-индикаторов сапробности. Расширение списков сапробных организмов позволяло дать сравнительную оценку влияния различных сточных вод, качество воды водоемов и водотоков. Классическая система показательных организмов была создана ботаником Р. Кольквитцем и зоологом М. Марссоном. Эти авторы предложили дать установленным Мецем двум основным группам показательных организмов-антагонистов название сапробионты (от греч. *Sapros* - гнилой) для обитателей сточных вод и катаробионты (от греч. *katharos* - чистый) для организмов, населяющих исключительно чистые воды. Под сапробностью авторы системы понимали способность организмов развиваться при большем или меньшем содержании в воде органических загрязнений. Позднее экспериментально было доказано, что сапробность организма обуславливается как его потребностью в органическом питании, так и резистентностью по отношению к вредным продуктам распада и дефициту кислорода в загрязненных водах.

Кольквитц и Марссон разделили сапробионтов на три группы:

- 1) организмы собственно сточных вод – полисапробионты (р-сапробы);
- 2) организмы сильно загрязненных вод – мезосапробионты (две подгруппы: α -мезосапробы и β -мезосапробы);
- 3) организмы слабо загрязненных вод – олигосапробионты (о-сапробы).

Г.И. Долгов (1926), Г.И. Долгов и Я.Я. Никитинский (1927), обобщив опыт отечественных и зарубежных исследователей, внесли некоторые изменения в списки Кольквитца - Марссона. Эти изменения учтены В.И. Жадиным и А.Г. Родиной (1950). Над уточнением списков видов-индикаторов работали многие зарубежные исследователи. Наиболее существенные изменения внесли М. Зелинка и П. Марван (1961), М. Зелинка и В. Сладечек (1964), В. Сладечек (1969, 1973), А.В. Макрушин (1974). Варианты списков видов-индикаторов даны в «Унифицированных методах исследования качества вод» (1966). Дополнения к ним по составу (43 вида) с изменениями в степенях сапробности (s), сапробных

валентностях и индикаторного веса некоторых видов сделаны Макрушиным (1974).

Системы видов-индикаторов сапробности вод положены в основу гидробиологических методов оценки качества вод в среднеевропейских странах. Они хорошо известны и в той или иной мере наряду с другими методами применяются и в других странах.

Выдающуюся роль в дополнении и совершенствовании системы индикаторов сапробности вод сыграл чешский гидробиолог В. Сладечек. В его книге опубликован самый полный список - около 2 000 видов-индикаторов сапробности.

В бывшем Советском Союзе системы индикаторов сапробности широко использовались и совершенствовались (Долгов, 1926; Долгов и Никитинский, 1927; Захаров, 1930; Родина, 1961; Смирнова, 1969; Балущкина, 1976; Макрушин, Кутикова, 1976; Финогенова, 1976; Хлебович, 1976; Охапкин, Кузьмин, 1978; Поливанная, Сергеева, 1978; Семерной, 1982).

Существующая ныне система индикаторных организмов не универсальна для всех материков и наиболее применима в европейской части. Более того, первоначальный смысл; термина «сапробность», как способность организмов обитать в загрязненных органическими веществами водах, утрачен из-за повсеместного преобладания промышленных загрязнений над бытовыми стоками, относительно которых строилась изначально система Кольквитца - Марссона, но термин продолжает благополучно использоваться в смысле степени общего загрязнения.

Характеристики вод (зон деградации), загрязненных (обогащенных) органическими веществами, в настоящее время можно представить в развитии - от Кольквитца и Марссона до настоящего времени:

1. Полисапробная (р-сапробная). Зона сильного загрязнения органическим веществом с очень низким содержанием или отсутствием кислорода. Организмы с высокой требовательностью к кислороду абсолютно отсутствуют. Немногие виды живут на гниющей органике.

Дополнение 1 (Телитченко, Кокин, 1968). Полисапробная зона (р) характеризуется большим содержанием нестойких органических веществ и наличием продуктов их анаэробного распада (метан, сероводород). Кислород отсутствует. Содержится много органического детрита, протекают восстановительные процессы, железо находится в форме FeS, или имеет черную окраску с запахом сероводорода.

Дополнение 2 (Абакумов, 1992). В этих водах интенсивно протекают процессы редукции и распада с образованием сернистого железа или (и) сероводорода. Население полисапробных вод обладает малым видовым разнообразием, но отдельные виды могут достигать большой численности. Здесь особенно сильно распространены бесцветные жгутиконосцы и бактерии. Число бактериальных колоний, вырастающих из 1 см³

полисапробной воды на обыкновенной питательной желатине, могут превышать более 1 млн.

Дополнение 3 (Банина и др., 1983). Ил имеет темную, почти черную, окраску и запах сероводорода. В 1 мл воды содержится сотни тысяч и миллионов бактерий, БПК₅-10-50 мг О₂/л. В массе развиваются бактериальные зооглеи (*Zooglaea ramigera*), серные бактерии (*Beggiatoa*, *Thiothris*) и др. Виды простейших полисапробной зоны многочисленны. Ресничные инфузории представлены многими видами: *Vorticella microstoma*, *Carchesium polypinum*, *Tetrahymena pyriformis*, *Colpidium campylum* и др. Развиваются саркодовые, среди которых ряд видов голых амёб группы «lymax», *Amoeba guttula*, *Pelomyxa palustris*, *Vahlkampfia Umax* и раковинных амёб. Многочисленны растительные и животные жгутиконосцы. Каждый из видов простейших имеет массовое развитие.

2. Альфа-мезосапробная (α). Зона, где имеется некоторое количество кислорода, с большим числом видов типов животных, обитающих в полисапробной зоне.

Дополнение 1 (Телитченко, Кокин, 1968). «... содержится много свободной углекислоты. В воде и донных отложениях протекают окислительно-восстановительные процессы. Железо в закисной и окисной форме, ил сероватой окраски. В ... зоне развиваются организмы, обладающие большой выносливостью к недостатку кислорода и большому содержанию угольной кислоты. Преобладают растительные организмы с гетеротрофным и миксотрофным питанием. Отдельные организмы имеют массовое развитие. Обильны обрастания сидячими инфузориями. В илах значительное количество тубифицид и личинок хирономид.

Дополнение 2 (Абакумов, 1992). Альфа-мезосапробные воды характеризуются энергичным самоочищением. В нем принимают участие и окислительные процессы за счет кислорода, выделяемого хлорофиллоносными растениями. Среди них встречаются некоторые сине-зеленые, диатомовые и зеленые водоросли. Большой численностью обладают грибы и бактерии, достигающие сотен тысяч в 1 см³. Могут обитать нетребовательные к кислороду виды рыб.

Дополнение 3 (Банина и др., 1983). Водоемы альфа-мезосапробной зоны загрязнены поступающими в них сточными водами, они непригодны в качестве питьевой воды и только после соответствующей очистки становятся пригодными для питья. БПК₅ 5 - 10 мг О₂/л. Флора и фауна чрезвычайно разнообразны по составу видов и количеству особей каждого вида. Много видов, характеризующихся массовым развитием. К числу их относятся бактериальные зооглеи, нитчатые и палочковидные бактерии, грибы, ряд синезеленых водорослей. Из простейших в этой зоне преобладают сидячие кругоресничные инфузории, например *Carchesium polypinum*, *Epistylis plicatilis*, *Vorticella microstoma*, *Prorodon teres*, *Spirostomum ambiguum*, *Aspidisca linceus* и др. Из саркодовых массового развития достигают некоторые виды голых амёб, например амёбы группы «Птах», а также ряд раковинных корненожек, особенно родов *Bodo*,

Cercobodo, *Petalomonas*, ряд эвгленовых жгутиконосцев родов *Euglena* (*E. caudata*, *E. velata*, *E. splendens*), *Lepocinclis* (*L. ovum*, *L. texta*), *Astasia* (*A. longa*, *A. Hnearis*), *Menoidium* (*M. tortuosum*) и др. Обычными обитателями α -мезосапробных зон служат коловратки (*Brachionus* и др.), много свободноживущих нематод, олигохет (*Tubifex tubifex*, род *Limnodrilus*, *Aulophorus furcatm.* - В.С.), моллюсков (? - В.С.), личинок хирономид (п/сем. *Tanypodinae*, род *Chironomus* - В.С.).

3. Бета-мезосапробная зона (β). Зона, где гниение приближается к минерализации. Животные - во множестве, с большим числом видов.

Дополнение 1 (Телитченко, Кокин, 1968). «...Отмечается в водоемах, почти освободившихся от нгестойких органических веществ, распад которых дошел до образования окисленных продуктов (полная минерализация). Концентрация O_2 и угольной кислоты сильно колеблются в течение суток, в дневные часы содержание O_2 в воде доходит до перенасыщения и угольная кислота может полностью исчезать. В ночные часы наблюдается дефицит кислорода в воде. В илах много органического детрита, интенсивно протекают окислительные процессы. Ил желтой окраски. Наблюдается цветение воды многими представителями фитопланктона. В обрастаниях обычны нитчатки и эпифитные диатомеи; в илах - черви, личинки хирономид, моллюски.

Дополнение 2 (Абакумов, 1992). В бета-мезосапробных водах процессы самоочищения протекают менее интенсивно, чем в альфа-мезосапробных. В них доминируют окислительные процессы, нередко наблюдается пересыщение кислородом, преобладают такие продукты минерализации белка, как аммонийные соединения (нитриты и нитраты). Разнообразно представлены диатомовые, зеленые и сине-зеленые. Число бактерий в 1 см^3 воды не превышает обычно 100 тыс. Многие макрофиты находят здесь оптимальные условия для своего роста.

Дополнение 3 (Банина и др., 1983). К этой зоне относятся умеренно загрязненные воды с повышенным содержанием органических веществ; много ионов аммония и хлора «...именно этой зоне свойственно наибольшее количество видов простейших. Особенно богат набор видов бентосных и планктонных, ресничных и сосущих инфузорий. БПК₅ в них равен 2,5 — 5 мг O_2 /л». Животный и растительный мир водоемов этой зоны очень богат и представлен многочисленными видами с высокой численностью (олигохеты сем. *Naididae* и *Tubificidae*. - В.С.), моллюски, личинки хирономид - п/сем. *Chironominae*).

4. Олигосапробная зона (о-сапробная). Зоны восстановления. Доминируют в чистых водах. Содержание O_2 высокое. Широкий систематический состав растений и животных.

Дополнение 1 (Телитченко, Кокин, 1968). Содержание O_2 и угольной кислоты не претерпевает заметных колебаний в дневные и ночные часы суток. Цветение водорослей, как правило, не наблюдается.

Дополнение 2 (Абакумов, 1981). Содержание органических веществ не превышает 1 мг/л, число бактерий не превышает 1 000. Богато представлены перидинеи, встречаются харовые водоросли.

Дополнение 3 (Банина и др., 1983). Это чистые воды (водоемы). Содержание O_2 близко к насыщению. БПК₅ = 1 - 2,5 мг O_2 /л. На дне водоемов детрита немного, ил коричневого цвета, придонная фауна немногочисленна. К числу простейших этой зоны относятся: саркодовые - *Diffugia limnetica*, *D. bacillifera*, *Lesquiresia spiralis*, *Nebela colaris*, *Gromia fluviatilis*, жгутиконосцы родов *Gymnodinium* и *Peridinium*, а также инфузории - *Spathidium depressum*, *Strobilidium gyrans*, *Nassula dradlis*, *Spirostomum filum*, *Vorticella convallaria*, *V. similis*, *V. picta* (Sladeczek, 1973).

Чистые олигосапробные водоемы мало отличаются от очень чистых, катаробных и ксеносапробных водоемов по своим химическим показателям, но в них имеются следы деятельности человека, что отражается на увеличении количества сапрофитных организмов, содержащихся в воде. Чистая вода этих водоемов при годна для всех видов использования, она служит и питьевой водой, для чего достаточно ее хлорировать или озонировать.

В качестве резюме из данных характеристик следует, что по мере ухудшения качества воды систематический состав организмов - гидробионтов становится уже, а представительность низших таксонов (численность некоторых видов) увеличивается и в альфа полисапробной зоне может быть огромной, например таких видов как *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hqffineisteri*, виды р. *Chironomus*.

В обобщенном виде система сапробности может быть представлена в схеме (см. табл. 3)

Чешским специалистом Владимиром Сладечком (1967) разработана полная система сапробности или биологическая схема качества воды (терминология и циклограмма), по его мнению, универсальная.

«Все типы вод можно представить в виде круга (рис. 1), который мы делим на квадранты. Левая половина круга представляет несточные воды, правая - сточные воды. Верхняя половина - природные и сточные воды, нижняя половина - воды, для которых нельзя применить понятия сапробности, это воды асапробные. Квадранты представляют четыре главные группы качества воды.

1. Катаробность (К): наиболее чистые грунтовые воды, митральные воды или вода, которая была искусственно подготовлена и качестве питьевой воды.

Таблица 3

Система сапробности воды

Показатели	Зоны сапробности			
	р-сапробная	α-сапробная	β-сапробная	ο-сапробная
Концентрация бактерий в 1мл	Сотни тысяч, миллионы	Сотни тысяч	Десятки тысяч	Десятки, сотни

Пожиратели бактерий	Масса	Много	Немного	Очень мало
Продуценты органического в-ва	Нет	Мало	Немного	Много
Водные цветковые растения	Нет	Нет или мало	Немного	Много
Источник кислорода	Диффузия	Слабое*	Сильное*	Энергичное*
Потребность в кислороде	Ничтожная	Слабая	Значительная	Очень большая
Кислородные условия	Анаэробные	Полуанаэробные	Аэробные	
Характер окислительных процессов	Восстановительные	Восстановительно-окислительные	Окислительные	
Степень минерализации органического вещества	Белковые вещества, полипептиды, углеводы	Аммиак, аминокислоты, амиды, амидок-ты	Аммиак, нитриты, нитраты	Нитраты
Угольная кислота	Очень много	Порядочно	Немного	Очень мало
Сероводород	Много	Порядочно	Очень мало	Нет
Форма соединений железа	FeS	FeS + Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃

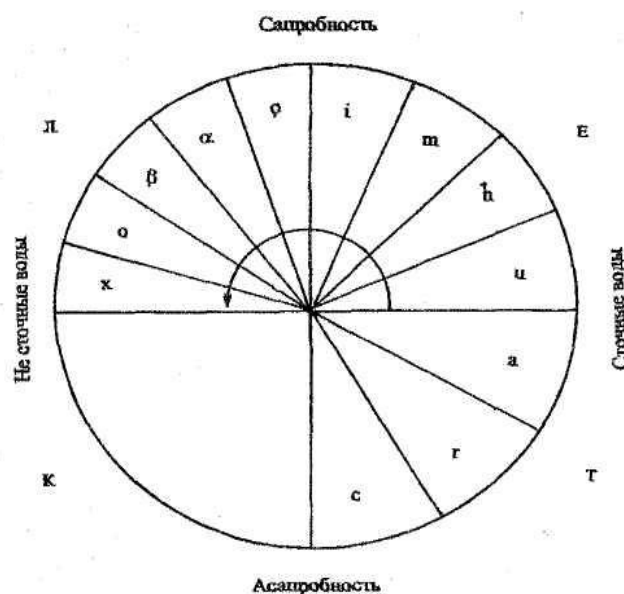


Рис. 1. Общая биологическая схема качества воды:

Приложение: русские буквы обозначают главные группы качества воды;

латинские буквы обозначают степени сапробности;

стрелка показывает направление биологической очистки и самоочищения

2. Лимносаяпробность (Л): более или менее загрязненные поверхностные или грунтовые воды. Сюда включена почти целая система сапробности в основном понятии Колквитца и Марссопм после некоторых изменений. В настоящее время мы можем различать пять степеней сапробности: х - ксеносапробность, о - олигосапробность, α - мезосапробность, β - мезосапробность, - р - полисапробность.

3. Эвсапробность (Е): сточные воды, содержащие органические вещества, которые подвергаются биохимическим процессам разложения. Среди них можно различать четыре степени: i - изосапробность (развитие инфузорий), m - метасапробность (развитие бесцветных жгутиконосцев), h - гиперсапробность (развитие бактерий и грибов), u - ультрасапробность (абиотическая степень - наиболее концентрированные сточные жидкости).

4. Транссапробность (Т): сточные или поверхностные воды, которые не подчиняются понятию сапробности и не подвергаются биохимическому разложению. Здесь присутствуют принципиально три степени качества воды: а - антисапробность с токсическими веществами, г - радиосапробность с радиоактивными веществами и с - криптосапробность, где влияют физические факторы, например высокая или низкая температура, присутствие некоторых минеральных суспензий и т.д.

В кругу находится стрелка, показывающая направление биологической очистки и самоочищения. Нельзя предполагать, что каждая сточная вода должна проходить последовательно по всем степеням, которые мы различаем. Очистительные сооружения значительно сокращают этот процесс, который заканчивается достижением - приблизительно - мезосапробной степени. Обратное направление стрелки указывает на повышение загрязнения и количества органических веществ (БПК, окисляемости).

Отдельные степени сапробности характеризуются биологически - присутствием или отсутствием организмов, во многих случаях биоиндикаторов. Зная условия жизни биоценозов, мы можем судить об общих свойствах биотопа. Очень трудной работой является определение связи биологических, бактериологических и химических результатов анализов.

В схеме находятся также четыре степени, которые являются или могут быть абиотическими. Это катаробность, ультрасапробность, антисапробность и криптосапробность. В каждом из этих случаев можно найти причину, вызывающую отсутствие организмов».

Катаробная и ксеносапробная зоны. Насыщение воды кислородом достигает 95%, БПК₅ не превышает 1 мгО₂/л, и количество взвешенных в воде веществ не выше 3 мг/л.

Изосапробная зона. Пример изосапробности - свежие бытовые стоки. Вода лишена растворенного кислорода. Сероводород отсутствует или имеются его следы. Значения БПК₅ очень высокие, и в течение 5 дней колеблется от 120 000 до 400 мгО₂/л и к концу срока до 50 мгО₂/л. Численность бактерий типа *coli* равно 20 млн. - 3 млрд./л. Заселение простейшими последовательное за бактериями - бесцветные жгутиконосцы, прежде всего *Polytomt uvella*. Вслед за ними - инфузории.

Метасапробная зона. К сильному загрязнению органическими веществами добавляются токсические вещества. Условия анаэробные, идет анаэробный распад с образованием больших количеств H₂S. БПК₅ - 200 - 700 мгО₂/л. Вода содержит огромное количество гнилостных бактерий и

серобактерий. Простейшими представлены в основном бесцветными жгутиконосцами. Вода непригодна для какого-либо использования.

Гиперсапробная зона характеризуется исключительно большим насыщением органическими веществами, разложение которых происходит в анаэробных условиях. Эта зона включает главным образом промышленные органосодержащие стоки, и одним из типичных примеров ее можно считать стоки сахарных заводов.

Вода гиперсапробной зоны содержит огромное количество анаэробных бактерий и организмов группы *Mycophyta*. Других организмов в активном состоянии, здесь нет. Значения БПК₅ очень велики: 500 - 1 500 мгО₂/л и выше. Бактерий и *Mycophyta* содержится около 50 млн в 1 мл и около 1 млн бактерий типа *coli* в 1 мл.

Ультрасапробная зона известна как «безжизненная» зона, в которой нет живых организмов в активном состоянии; обнаружены споры бактерий, водорослей, цисты простейших, яйца нематод, коловраток и пр. Это промышленные стоки, например целлюлозных заводов. Значения БПК₅ равно 60 000 и выше, SO₂ и H₂S отсутствуют.

Антисапробная зона обнаружена в промышленных стоках, содержащих токсические вещества неорганической и органической природы. Активных форм жизни, спор и цист нет. Показатель БПК₅ равен 0.

Радиоактивная зона опасна содержанием радиоактивных веществ, которые могут, не оказывая губительного влияния на растения и животных, обитающих в воде этой зоны, накапливаться в них и передаваться через пищевые цепи.

Криптосапробная зона отличается неблагоприятными физическими условиями: слишком высокой или низкой температурами, содержанием больших количеств угольной пыли и мелких частиц разнообразных минералов, минеральных масел и других примесей, загрязняющих воду и создающих неблагоприятные условия для гидробионтов.

Сладечек сопоставил отдельные ступени сапробности с бактериологическими и химическими показателями (табл. 4).

В самих водоемах при поступлении сточных вод образуются следующие зоны загрязнения: полисапробная, α - мезосапробная, β - мезосапробная и олигосапробная, которые выделяются по присутствию индикаторных видов, состоянию органического вещества и продуктов его разложения (метана, сероводорода и др.).

Таблица 4

Показатели сапробности

Категория вод	Степень сапробности	Значение индекса сапробности	Психрофильные бактерии на 1 мл	Количество бактерий р. Coli	БПК ₅ мг/л	Концентрация, мг/л		Специфические вещества и показатели
						O ₂	H ₂ S	
Катаробная	Катаробность		$< 5 \cdot 10^2$		0	Разная	0	Остаточный хлор
Лимносаяпробная	Ксеносапробность	0-0,5	10^3	10^4	1	>8	0	
	Олигосапробность	0,51-1,5	10^4	$5 \cdot 10^4$	2,5	>6	0	
	β-мезосапробность	1,51-2,5	$5 \cdot 10^4$	10^5	5	>4	0	
	α-мезосапробность	2,51-3,5	$25 \cdot 10^4$		10	>2		
	полисапробность	3,51-4,5	$2 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^7$	50	>2	0	Следы Eh<+200 mV
Эусапробная	Изосапробность	4,51-5,5	10^7	$3 \cdot 10^9$	400	Следы	<1	Eh = +200mV до Eh+50mV
	Метасапробность	5,51-6,5	10^8	10^{10}	700	0	<10 0	Eh = +50mV
	Гиперсапробность	6,51-7,5	10^9	10^6	2000	0	<10	Птомаины
	Ультрасапробность	7,51-8,5	10	0	1200 00	0	0	
Транссапробная	Антисапробность		0		0	Разная	0	Токсические вещества
	Радиосапробность		Разное		Разное	Разная	0	Радиактивные вещества
	Кригосапробность		0 или разное		0 или разное	Разная	0	Физические факторы

Выделенные им олиго-, мезо-, политоксичные воды характеризуются гибелью < 50 , < 75 , < 100 и 100% организмов после двухсуточного пребывания в испытываемой среде. Однако эта градация, безотносительная к выбору испытываемых организмов, крайне условна и предложенная шкала токсобности едва ли пригодна для широкого пользования.

Общий недостаток перечисленных систем классификации качества вод заключается в том, что они оценивают степень их загрязненности и не учитывают эвтрофирование водоемов. Между тем последнее является существенным фактором формирования качества воды.

Примером в этом отношении является «цветение» воды в равнинных южных водохранилищах. В летний период при массовом развитии синезеленых водорослей в водохранилищах Днепра в пятнах «цветения» формируется вода с таким высоким содержанием фенолов, сероводорода, аммиака и таким низким содержанием кислорода, что ее можно отнести к полисапробному классу (как это имеет место при загрязнении водоемов промышленными органическими стоками).

Эвтрофирование природных вод следует оценивать физическими, химическими и биологическими критериями. Это нашло отражение в предлагаемой унифицированной системе характеристики реального и потенциального качества вод по гидрохимическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям. Система позволяет оценивать качество вод водоемов (разной трофности) и водотоков (рек и каналов), подвергшихся естественному, промышленно-бытовому и сельскохозяйственному загрязнению. Проект системы является составной частью разработанной нами унифицированной системы классификации континентальных водоемов и водотоков. Последняя построена по биогидрологическому принципу: каждая из подсистем всесторонне характеризует как биотопы, так и группировки элементарных сообществ организмов.

Экосистемный принцип, используемый для обстоятельной классификации водоемов и водотоков, перспективен и для биологического анализа качества вод. Сущность анализа состоит в регистрации реакции биогидроценозов на воздействия природных и антропогенных возмущающих факторов. Суждение о непосредственном или отдаленном отклике на эти воздействия выносится после анализа качественного и количественного состава биоценозов или группировок гидробионтов, а также по гидрофизическим и гидрохимическим показателям. Многие из последних (рН, O_2 , CO_2 , БПК₅, перманганатная окисляемость, бихроматная окисляемость, содержание биогенов) являются продуктами жизнедеятельности сообществ. Поэтому разработана комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши, учитывая гидрохимические, бактериологические и гидробиологические показатели.

Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши

А. По солевому составу

1. По степени минерализации

Показатели	Пресные воды				Солоноватые воды			Соленые воды	
	Гипогалинные (гг)		Олигогалинные (ог)		Мезогалинные (мг)		Полигалинные (пг)	Эугалинные (эг)	Ультрагалинные (уг)
	β	А	β	α	β	А			
Соленость, г/л (%)	< 0,10	0,10- 0,50	0,51- 0,75	0,76- 1,00	1,01- 5,00	5,01- 18,00	18,01- 30,00	30,01- 40,00	> 40,00

2. По ионному составу (по О.А. Алекину)

Классы	Гидрокарбонатные (С)			Сульфатные (S)			Хлоридные (Cl)		
Группы	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Типы	I II III	I II III	I II III	II III IV	II III IV	I II III	II III IV	II III IV	I II III

Б. По эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) показателям

Показатели	Классы качества воды								
	1-пре-дельно чистая	2-чистая		3-удовлетвори-тельной чистоты		4-загрязненная		5-грязная	
	Разряды качества воды								
	1-пре-дельно чистая	2а-очень чистая	2б-вполне чистая	3а-доста-точно чистая	3б-слабо за-гряз-ненная	4а-умерен-о за-гряз-ненная	4б-сильно за-гряз-ненная	5а-весьма гряз-ная	5б-пре-дельно грязная
Гидрофизи-ческие									
Взвешенные вещества, мг/л	< 5	5-9	10-14	15-20	21-30	31-50	51-100	101-300	> 300
Прозрачность. М	> 3,00	0,15-3,00	0,55-0,70	0,45-0,50	0,35-0,40	0,25-0,30	0,15-0,20	0,05-0,10	< 0,05
Цветность по Рi-Со шкале	< 10	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81-100	> 100
Трофические									
Гидрохимиче-ские									
Рн	7,0	6,5-6,9 7,1-7,5	6,1-6,4 7,6-7,9	5,9-6,0 8,0-8,1	5,7-5,8 8,2-8,3	5,5-5,6 8,4-8,5	5,3-5,4 8,6-8,7	4,0-5,2 8,8-9,5	< 4,0 > 9,5
NH ₄ ⁺ , мг N/л	< 0,05	0,05-0,10	0,11-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	2,51-5,00	> 5,00
NH ₂ ⁻ , мг N/л	0	0,001-0,002	0,003-0,005	0,006-0,010	0,011-0,020	0,021-0,050	0,051-0,100	0,10-0,300	> 0,300
NH ₃ ⁻ , мг N/л	< 0,05	0,05-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	2,51-4,00	> 4,00
NH _{общ} , мг N/л	< 0,30	0,30-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-1,50	1,51-2,00	2,01-5,00	5,01-10,00	> 10,00
PO ₄ ³⁻ , мг P/л	< 0,005	0,005-0,015	0,016-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	0,301-0,600	> 0,600
PO _{общ} , мг P/л	< 0,010	0,010-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	0,301-0,500	0,501-1,00	> 1,00
O ₂ , % насы-щения	100	96-99 101-105	91-95 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	41-60 141-150	20-40 151-160	< 20 > 160
Перманганатная окисляе-мость. мг O ₂ /л	< 2,0	2,0-4,0	4,1-6,0	6,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	> 25,0

Бихроматная окисляемость, мг O ₂ /л	< 8	8-12	13-18	19-25	26-30	31-40	41-60	61-80	> 80
БПК ₅ , мг O ₂ /л	< 0,4	0,4-0,7	0,8-1,2	1,3-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-10,0	> 10,0
Гидробиологические									
Биомасса фитопланктона, мг/л	< 0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	50,1-100,0	> 100,0
Хлорофилл а, мкг/л	< 5	5-10	11-15	16-20	21-40	41-75	76-150	151-250	> 250
Валовая первичная продукция фитопланктона, г O ₂ /м ³ *сут	< 0,5	0,5-0,9	1,0-1,5	1,6-2,0	2,1-5,0	5,1-7,5	7,6-10,0	10,1-12,0	> 12,0
Индекс самоочищения, самозагрязнения, (A/R)	1,0	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3-1,5	0,6 1,6-2,0	0,5 2,1-2,2	0,2-0,4 2,6-5,0	< 0,2 > 5,0
Бактериологические									
Численность бактериопланктона, млн.кл/мл	< 0,3	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-2,5	2,6-5,0	5,1-7,0	7,1-10,0	10,1-20,0	> 20,0
Численность сапрофитных бактерий, тыс. Кл/мл	< 0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	5,1-7,0	7,1-10,0	10,1-100,0	> 100,0
Численность бактерий группы кишечной палочки, тыс.кл/мл	< 0,003	0,003-0,5	0,6-2,0	2,1-6,0	6,1-10,0	11,0-50,0	51,0-100,0	101,0-1000,0	> 1000,0
Биоиндикация сапробности									
Индекс сапробности	< 0,5	0,5-1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	3,1-3,5	3,6-4,0	> 4,0
Наименование зон сапробности									
Классы	Ксено-сапробная	Олигосапробная		β-мезосапробная		α-мезосапробная		Полисапробная	
Разряды	Ксено-сапробная	β-олигосапробная	α-олигосапробная	β`-мезосапробная	β``-мезосапробная	α`-мезосапробная	α``-мезосапробная	β-полисапробная	α-полисапробная
Категории трофности									
Классы	олиготрофная		Мезотрофная		Евтрофная		политрофная	Гипертрофная	
Разряды	Олиготрофная	олиго-мезотрофная	мезотрофная	мезо-евтрофная	евтрофная	ев-политрофная	политрофная	поли-гипертрофная	гипертрофная

В. По эколого-токсикологическим показателям

1. По содержанию токсических веществ, мкг/л

Токсические вещества	Уровни (классы) токсического загрязнения воды (УТЗ)					
	- незагрязненная	- слабо загрязненная	- умеренно загрязненная	- сильно загрязненная	Весьма загрязненная	Предельно загрязненная
	Классы качества воды					
	- удовлетворительной чистоты		- загрязненная		- грязная	
	Разряды качества воды					
	3а – достаточно чистая	3б – слабо загрязненная	4а – умеренно загрязненная	4б – сильно загрязненная	5а – весьма грязная	5б – предельно грязная
Неорганические						
Ртуть	< 0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	> 5,0
Кадмий	< 0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	> 5,0
Медь	< 1	1-5	6-10	11-25	26-50	> 50
Цинк	< 5	5-10	11-30	31-75	76-150	> 150
Свинец	< 2	2-5	6-10	11-25	26-50	> 50
Хром (общ.)	< 2	2-5	6-10	11-25	26-50	> 50
Никель	< 2	2-10	11-20	21-50	51-100	> 100
Мышьяк	< 0,5	0,51,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	> 10,0
Сурьма	< 0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	> 5,0
Железо	< 50	50-500	501-1000	1001-2500	2501-5000	> 5000
Марганец	< 50	50-250	251-500	501-1250	1251-2500	> 2500
Кобальт	< 1	1-5	6-10	11-25	26-50	> 50
Фториды	< 100	100-200	201-500	501-1000	1001-3000	> 3000
Цианиды	0	0	< 10	10-25	26-50	> 50
Органические						
нефть и нефтепродукты	0	< 5	5-50	51-100	101-500	> 500
фенолы (летучие)	0	Следы	< 1	1-10	11-50	> 50
СПАВ	0	< 50	50-100	101-250	251-500	> 500
хлорорганические пестициды	0	0	0	0	< 0,001	> 0,01
фосфорорганические пестициды	0	0	< 3	3-10	11-20	> 20

2. По уровню токсичности (на основании результатов биотестирования на дафниях, цериодафниях)

Категории токсичности	Уровни (классы) токсичности воды								
	Зона нетоксичных и слаботоксичных вод (природные воды)					Зона токсичных вод (сточные и приравненные к ним воды)			
	- нетоксичная			- слаботоксичная (хронотоксичная)		- остро-токсичная	- высокотоксичная	- чрезвычайнотоксичная	
	Классы качества воды								
	- предельно чистая	- чистая		- удовлетворительной чистоты		- загрязненная		- грязная	
	Разряды качества воды								
	- предельно чистая	2а – очень чистая	2б – вполне чистая	3а – достаточно чистая	3б - слабо-загрязненная	4а – умеренно загрязненная	4б – сильно загрязненная	5а – весьма грязная	5б – предельно грязная
Острый	Отсутствие. Смертность менее			Отсутствие. Смерт-		Смерт-	Смерт-	Смерт-	

токсический эффект (смертность)	10% в 48-часовом опыте	ность менее 10% в 48-часовом опыте	ность 50% и более в 48- часовом опыте	ность 50% и более в 24- часовом опыте	ность 100% и более в тече- нии менее 1 ч*
Поведенческие реакции	Не нарушены	Нарушены: иммобилизация, изменение характера движения, вращение вокруг своей оси	Реакции, предшествующие гибели (абортирование яиц, судорожные движения, вращение вокруг своей оси, иммобилизация)		
Хронический токсический эффект	Отсутствие в 30-суточном опыте (в отстойной или отфильтрованной воде)	Выражен отчетливо	-		

Характерной особенностью предлагаемой системы комплексной оценки качества пресных поверхностных вод является включение в нее двух структурных и одного функционального гидробиологического показателя, так как, физических, химических и даже бактериологических критериев недостаточно для суждения о качестве воды. Санитарно-гидробиологические исследования, в том числе разработка критериев качества вод, должны базироваться на широкой общегидробиологической основе. Вводимые структурные гидробиологические показатели (биомасса фитопланктона и нитчатых водорослей) просты и заключают в себе обширную информацию о трофности водоемов (водотоков), реальной ситуации или потенциальной возможности ухудшения качества воды в результате биологического самозагрязнения.

Развитие фитопланктона в пределах 1 - 5 г/м³ способствует самоочищению водоемов и водотоков. Большие биомассы фитопланктона характерны для «цветения» воды, которое отрицательно влияет на ее санитарно-биологическое состояние и качество. Точно так же чрезмерная фитомасса нитчатых водорослей при неблагоприятных ситуациях создает угрозу интенсивного органического загрязнения мелководных участков. Функциональный показатель качества (индекс самоочищения) - отношение валовой продукции к суммарной деструкции планктона за сутки. Значения индекса самоочищения > 1 свидетельствуют об интенсивно идущих процессах переработки поступающих в водоем загрязнений. Однако, если индекс самоочищения постоянно >1, это является свидетельством нежелательно интенсивного развития фитопланктона. Значения индекса самоочищения < 1 сигнализируют о превышении потребления кислорода над его продуцированием, т. е. кислородном режиме, неблагоприятном для переработки загрязнений.

Для выявления влияния на водоемы промышленно-бытовых загрязнений в комплексную систему включена принципиальная схема биотического индекса оценки качества вод, принятая в Англии. Большими достоинствами последней являются: комбинированный учет видового разнообразия организмов, преобра-

зование качественных характеристик в количественные (баллы или индексы), чувствительность к загрязнениям невыясненного происхождения и простота использования; недостатком - ограничение таксонов-индикаторов организмами макро-зообентоса. Применение биотического индекса Вудивисса для оценки качества вод в других регионах требует подбора специфичных для них таксонов-индикаторов. В связи с этим в предлагаемой системе не заполнена графа «Таксоны-индикаторы». Чтобы английская система полностью вписалась в общую таблицу, сократили число градаций до девяти. В качестве биоиндикаторов предлагается использовать не только организмы макрозообентоса, но и микро- и мезозообентоса, а также донные водоросли фитомикробентоса.

В предлагаемую комплексную систему оценки качества вод включены наиболее репрезентативные и доступные практически работникам гидрохимические, бактериологические и гидробиологические определения. Основной задачей этой системы является оценка эффективности водоохраных мероприятий с целью оперативного предотвращения загрязнения. В основу системы положены нормальные показатели, наблюдаемые в естественных условиях, а не отклонения, вызванные прямым концентрированным воздействием на естественные или искусственные водные экосистемы промышленно-бытовых и сельскохозяйственных стоков.

Поэтому предлагаемая система оценки качества вод расходится с некоторыми (с нашей точки зрения заниженными) требованиями к качеству воды ведомственных нормативов. Например, Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами предусматривают предельно допустимую концентрацию нитратов, выгодную рыбному хозяйству, так как при такой ПДК естественные водоемы удобряются азотом, из-за чего повышается их рыбопродуктивность. Однако для водоемов хозяйственно-бытового назначения такие количества азота крайне нежелательны, так как они способствуют «цветению» воды.

Несовпадение диапазона отдельных показателей предлагаемой системы комплексной оценки качества вод с ведомственными нормативами неизбежно, так как требования ведомств - потребителей различны, они могут не совпадать с объективным санитарно-биологическим состоянием водоемов и водотоков. Один и тот же водоем или участок водоема может быть пригодным для рыбного хозяйства, но не пригодным как источник питьевого водоснабжения. При определении назначения водоема или водотока необходим дифференцированный подход к оценке качества воды с одновременным анализом возможности его комплексного народнохозяйственного использования.

Применение комплексной системы в целом требует дополнительной исследовательской проверки как для более полной разработки практичной и универсальной системы оценки качества вод, так и для более отдаленной задачи - организации биомониторинга пресных вод. Всесторонняя проверка предлагаемой комплексной системы оценки качества вод в разных водоемах и водотоках позволит уяснить значение и характер корреляций между

некоторыми гидрохимическими, бактериологическими и гидробиологическими показателями.

Разработка единой комплексной системы классификации качества вод позволит перейти от экспертных оценок к формальным. Это будет способствовать соблюдению принципов водоохраной политики, основы которых закладывает санитарно-гидробиологическая наука.

2.1.6. Биотические индексы

Биологическое качество водных экосистем в целом и их участков можно оценивать через структуру сообществ. Структура сообществ характеризуется количественным и качественным сочетанием организмов - индикаторов разного уровня загрязнений вод.

Каждый организм осваивает среду обитания в пределах своих морфофизиологических характеристик (экологического спектра) или толерантности. Концепция организма-индикатора лежит в основе «биотического индекса».

Каждый биотический индекс может быть специфичным для одного, возможно двух-трех типов загрязнения, но не может быть чувствительным ко всем видам загрязнения (органического, нефтяного, металлами, детергентами, пестицидами и т. д.).

Биотические индексы должны отражать специфику загрязнений с учетом географии распространения видов растений и животных. Наличие или отсутствие вида в сообществе должно соотноситься с ареалом вида. Расширение ареала может быть показателем загрязнения, например, теплового в северных широтах. В отличие от индексов разнообразия биотические индексы базируются на специфических (биологических, экологических, физиологических) особенностях организмов-индикаторов.

А.В. Макрушин (1974), обобщив большое число отечественных и зарубежных работ, систематизировал апробированные методы биологического анализа качества вод и разделил их на две группы. В первой объединены все системы и способы, в которых результаты анализа истолковываются на основе численного значения показательных организмов (по индикаторным организмам). Во второй группе рассматриваются способы оценки степени загрязнения по видовому разнообразию сообщества водных организмов на загрязненных участках и где загрязнение отсутствует. В данном пособии автор в целом следует этому разделению, но предлагается несколько иное деление.

1. Био(цено)тические индексы, характеризующие качество воды по составу и структуре сообществ.

2. Индексы сапробности (расчетные индексы степени загрязнения воды).

3. Индексы сходства видового состава сообществ, находящихся в разных условиях относительно загрязнения.

Био(цено)тические индексы, или оценка степени загрязнения воды по показательным организмам

Оценка загрязнения воды по индикаторным организмам кажется наиболее простой: наличие или отсутствие организмов известной степени сапробности в анализируемой пробе планктона или бентоса сразу ориентирует

исследователя относительно качества воды (загрязнения). Однако здесь не все так однозначно. Например, речка может быть сильно загрязнена, в нее сбрасываются бытовые сточные воды или стоки бродильного, или молочного производства. Налицо все признаки загрязнения: заиление дна, развитие нитчаток и грибов, «цветение» воды и пр. Если взять пробу грунта там, где создаются условия для накопления ила (слабое течение, замедленный водообмен), то найденные там организмы, покажут сильное загрязнение (альфа-мезо-полисапробную зону). Там, где течение посильнее, грунт будет представлен более или менее заиленным песком, и в нем мы обнаружим больший состав донных организмов, пусть того же уровня сапробности. Там же, где течение быстрое (стремительное), грунт будет представлен песком, возможно с галькой. Взятые здесь пробы могут дать состав организмов, характерных для участков реки, не подвергающихся загрязнению, типичных бета-мезосапробов. Более того, пробы, отобранные сачком в прибрежной зоне с растительностью, могут дать вообще олигосапробных, но больше бета-мезосапробных организмов: личинки стрекоз, поденки кроме *Baetis rhodani*, олигохеты-наидиды, рачки-хидориды, т.е. «чистых» видов. В связи с этим, к оценке загрязнения водоема надо подходить дифференцированно и правильнее будет выделять отдельные зоны по сапробности относительно места или источника загрязнения. Наконец, при оценке загрязнения по индикаторным организмам необходимо давать оценку не по отдельным видам, а по сообществам (биоценозам).

Биотический индекс как индекс загрязнения вод основывается (базируется) на характеристиках сообществ относительно степени загрязнения воды (Beck, 1965) (табл. 6).

Таблица 6

Биотический индекс «Река»

Статус загрязнения	Биот. индекс	Тип сообщества макробеспозвоночных	Рыбный потенциал
Незагрязненная	6	Широкое представительство чувствительных, факультативных и толерантных хищных, травоядных, фильтраторов и детритофагов без указания определенных видов	Все характерные рыбы для естественных водоемов
Слабое до умеренного загрязнения	5-4	Чувствительные хищники и травоядные, редуцированные до обособленных популяций или отсутствуют совсем. Факультативные хищники, растительноядные и, возможно, фильтраторы и детритофаги характерные для чистых вод. Рост численности с более низким индексом	Более чувствительные виды рыб убывают в численности
Умеренное загрязнение	3	Все чувствительные виды отсутствуют. Факультативные хищники (пиявки) отсутствуют или редки. Хищники сем. <i>Pelopiinae</i> и растительноядные тендипиды присутствуют в довольно плотных популяциях.	Только «грубые» рыбы
От умеренного до сильного за-	2	Факультативные и устойчивые виды сильно уменьшаются в численности, если загрязне-	Рыбы только с высокой

грязнения		ния токсичные; если органики не много, то виды, устойчивые к недостатку кислорода, присутствуют в больших количествах	устойчивостью к загрязнениям
Сильное загрязнение	1	Только очень устойчивые детритофаги (Tubificidae) присутствуют в большом количестве	Рыб очень мало, если они вообще есть
Определенное (отдельное) загрязнение, обычно токсичное	0	Макробеспозвоночные отсутствуют	Рыб нет

Вудивисс (Woodiwiss, 1964) биотический индекс загрязнения реки Трент (Англия) - «трент-индекс» определяет по видовому разнообразию и показательному значению таксонов (табл. 7).

Биотический индекс (TBI - Trent Biotic Index) учитывает наличие групп животных, которые могут быть показательны в отношении качества воды. В понятие «группа» включены виды или комплексы видов, индикаторное значение которых оценивается в зависимости от общего числа групп животных в пробе. Таким образом, биотический индекс в целом оценивает структуру сообщества, однако к его недостаткам можно отнести недостаточную корреляцию «группы» с численностью входящих в нее животных. При этом значение очень малочисленной «группы» может быть завышено. Указанные в таблице тубифициды - это, прежде всего, вид *Tubifex tubifex* и род *Limnodrilus*. Под красными хирономидами понимаются виды р. *Chironomus*; азеллюс - *Asellus aquaticus* (водяной ослик) - равноногий рачок.

Индекс (система) Вудивисса вполне пригоден для биоиндикации состояния малых рек европейской части, загрязняемых большей частью бытовыми стоками. Пробы бентоса можно взять прямо с берега реки сачком, малой драгой или даже ведром. Однако, этот индекс плохо работает на быстрых речках с каменистым или песчаным дном.

Таблица 7

Биотический индекс Трент

	Часто наблюдаемая последовательность исчезновения из биоценозов по мере увеличения степени загрязнения		Общее число присутствующих «групп»				
			0-1	2-5	6-10	11-15	16 и более
			Биотический индекс				
Чистая вода	присутствуют личинки веснянок	больше одного вида	-	7	8	9	10
		только один вид	-	6	7	8	9
	присутствуют личинки поденок	больше одного вида ¹	-	6	7	8	9
		только один вид ¹	-	5	6	7	8
	присутствуют личинки ручейников	больше одного вида ²	-	5	6	7	8
		только один вид ²	4	4	5	6	7
	присутствует гаммарус	все вышеназванные виды отсутствуют	3	4	5	6	7
	присутствует азеллюс	все вышеназванные виды отсутствуют	2	3	4	5	6

Гряз- ная вода	Присутствуют ту- бициды и/или (красные) личинки хирономид, все вышеназван- ные типы отсут- ствуют	все вышеназванные виды отсутствуют могут присутствовать некоторые виды, нетребовательные к кислороду, например, Eristalis tenax	1	2	3	4	-
			0	1	2	-	-
¹ Исключая Baetis rodani							
² Baetis rodani включена в этот раздел							

2.1.7. Индексы сапробности

В отличие от биоценологических индексов, индексы сапробности характеризуют качество воды или ее сапробиологическую оценку по набору и количественным показателям популяций видов индикаторов в пробах планктона и бентоса. Индексы сапробности могут характеризовать как точечные или локальные состояния воды водоема, так и позволяют дать оценку процессов самоочищения, например, в реке при отборе проб по заданной сетке станций относительно места сброса сточных вод. Пробы обычно отбираются до (выше) сброса, в районе сброса (на небольшом удалении) и далее по факелу распространения сточных вод.

Индекс сапробности Пантле и Букк (Pantle und Buck, 1955).

$$S = \frac{\sum sh}{\sum h}$$

где S - индекс сапробности, s - индикаторная значимость вида (s: = 1 - олигосапробы, = 2 - мезосапробы, = 3 - мезосапробы, = 4 - полисапробы); h - относительное количество особей вида (h: = 1 - случайные (единичные) находки, = 3 - частая встречаемость, = 5 - массовое развитие). При S = 4.0-3.5 - полисапробная зона (по Sladecsek, 1969 - 4.5 - 8.5), = 3.5 - 2.5 - мезосапробная зона, = 2.5-1.5 - мезосапробная зона, = 1.5 - 1.0 - олигосапробная зона, = 0.5 - 0 - ксеносапробные воды (Sladecsek, 1969).

Метод Пантле - Букк широко применяется гидробиологами в оценке загрязнения природных вод (оценке сапробности) по фито- и зоопланктону и зообентосу. Существующие сейчас списки видов - индикаторов сапробности (Макрушин, 19746) дают значения (s).

Н.А. Дзюбан и СП. Кузнецова (1981) предложили модификацию индекса Пантле - Букк:

$$S = \frac{\sum (ns)}{\sum n}$$

где n - фактическая численность индикаторного вида в пробе, S -средний индекс сапробности, s - сапробность отдельных видов (по Сладечку).

Определение сапробности по этому модифицированному индексу Пантле - Букк проводится по следующим значениям (табл. 8):

Таблица 8

Определение сапробности

Шкала сапробности	Значение сапробности
Ксеносапробная	< 1
Олигосапробная	$\geq 1 < 2$
β – мезосапробная	$\geq 2 < 3$
α – мезосапробная	$\geq 3 < 4$
Полисапробная	≥ 4

Авторы считают расчеты по этой формуле более объективными и позволяет регистрировать даже небольшие изменения качества воды. Некоторые сложности при вычислениях по этому модифицированному индексу связаны с возможными большими численностями индикаторных видов в пробах.

В.Ю. Захаров (1997) в Методическом руководстве приводит расчет сапробности по модифицированной формуле Пантле - Букк для нескольких рядов наблюдений (например, индексов сапробности для нескольких групп организмов из одного места сбора материала).

$$S_m = \frac{S_1 \Sigma n_1 + S_2 \Sigma n_2 + \dots + S_k \Sigma n_k}{\Sigma n_1 + \Sigma n_2 + \dots + \Sigma n_k},$$

где S_m - средний индекс сапробности для анализируемых групп организмов; $S_1, S_2, \dots, S_k$ - индексы сапробности для групп организмов 1, 2, ...k (например, для фитопланктона, зоопланктона и зообентоса); $\Sigma n_1 + \Sigma n_2 + \dots + \Sigma n_k$ - суммы численностей видов в анализируемых группах организмов. Он предлагает вычислять статистики для описания варьирования индекса: среднеквадратичное (несмещенное) отклонение, ошибку средней и коэффициент вариации. Наиболее достоверные результаты получаются при наличии в расчетах более 7 видов.

Для определения сапробности водотока используется индекс сапротаксобности (St):

$$St = (St \cdot n) / n,$$

где $(St \cdot n)$ - сумма произведений значений индексов сапротаксобности отдельных видов на соответствующее им количество особей, n - число особей всех индикаторных видов.

Этот индекс отражает качественное разнообразие и количественное соотношение отдельных индикаторных видов. Индикаторное значение видов устанавливалось, с одной стороны, на основе индикаторов сапротаксобности (т.е. органического загрязнения), с другой стороны, на высокой чувствительности отдельных видов животных к различного рода токсичным

веществам, в большом количестве поступающих вместе с органикой в водоемы промышленно развитых регионов и часто затрудняющим применение систем сапробности в связи с изменением индикаторной значимости отдельных видов под влиянием токсических веществ. Индекс сапротоксобиности равен 1.0 - 1.5 в олигосапротоксобиной зоне, 1.5 - 1.5 в β -мезосапротоксобиной зоне, 2.5 - 3.5 в α -мезосапротоксобиной зоне, 3.5 - 4.0 - в полисапротоксобиной. Индекс сапротаксобиности применим как к водоемам, так и к водотокам, высокочувствителен, хорошо зарекомендовал себя применительно к экосистемам северо-запада России и позволяет характеризовать водоем по степени смешанного токсического и органического загрязнения, что особенно важно в условиях промышленного развития регионов.

Райт (Wright, 1955), Карп и Хилтонен (Carr and Hiltonen, 1965) для оценки уровня загрязнения использовали данные по плотности олигохет-тубифицид:

- слабое загрязнение - 100-999 экз./м²,
- среднее загрязнение - 1000-5000 экз./м²,
- тяжелое загрязнение - более 5000 экз./м².

Олигохеты - одна из повсеместно встречающихся и часто доминирующая в бентосе и в зарослевой фауне группа животных большинства водоемов. Они наиболее часто привлекаются различными авторами для целей биоиндикации, так как в местах сильного органического загрязнения наблюдается массовое развитие некоторых из них (Финогенова, 1976; Финогенова, Алимов, 1976; Тимм, 1983; Попченко, 1988, 1990 и др.). Многие виды олигохет могут служить индикаторами качества вод, однако надо иметь в виду, что только немногие виды характеризуют степень загрязнения воды. Это виды: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и *L. udekemianus*. Практически только эти виды следует использовать в формулах индексов сапробности, где указываются олигохеты, причем, *Tubifex tubifex* наиболее определенно характеризует органические, легкоокисляемые загрязнения, например хозфекальные, молочные или бродильного производства, в то время как *Limnodrilus hoffmeisteri* и *L. Udekemianus* - массе развиваются в зоне промышленных загрязнений, особенно стоками ЦБК. Есть два вида наидид - *Nate elinguis* *Aulophorus furcatus*, которые наряду с предыдущими могут использоваться как индикаторы альфа-мезо и полисапробных вод, но ввиду их редкой встречаемости и малочисленности в пробах они малопригодны в расчетах. В связи с этим, важно заметить, что если в формуле указываются олигохеты (О или Т - тубифициды), то надо оговаривать, о каких видах идет речь.

Известно также, что олигохеты не могут служить индикатором разового или прерывистого загрязнения (за исключением случаев катастрофической гибели при чрезмерной нагрузке), так как продолжительность их жизненного цикла достаточно велика. Они дают информацию об определенном состоянии водоема за довольно длительный период, предшествующий времени наблюдения, что иногда бывает очень важно.

В настоящее время разработано много методов оценки качества воды по составу донной фауны, среди которой чаще всего используются ее доминирующие виды. Некоторые исследователи создали индексы загрязнения

воды на основе видового состава и численности малощетинковых червей. При этом наиболее универсальным является индекс Гуднайта и Уитлея.

Гуднайт и Уитлей о санитарном состоянии рек судят по соотношению олигохет и других обитателей дна. Ими использовались следующие показатели:

- река в хорошем состоянии - олигохет менее 60% от общего числа всех донных организмов,

- в сомнительном состоянии — 60 - 80%,

- тяжелое загрязнение - более 80%.

Цанер (Zaner, 1964) качество вод оценивает по величинам абсолютной численности *Tubifex tubifex* и видов р. *Limnodrilus* (табл. 9):

Таблица 9

Оценка качество вод по Цанеру

Класс чистоты воды	<i>T. tubifex</i> , тыс. экз/м ²	<i>L. hoffmeisteri</i> , тыс. экз/м ²
1-2	0,1-1,0	0,1-2,0
2-3	1,0-2,0	2,0-10,0
3	2,0-10,0	10,0-50,0
3-4	10,0-50,0	50,0-100,0
4	50,0-100,0	более 100,0

Э.А. Пареле, изучавшая загрязнения малых рек Латвии, предложила 4 олигохетных индекса, каждый из которых был более или менее эффективен для определенных рек и условий загрязнения:

$$D_1 = \frac{O}{B}; \quad D_2 = \frac{T}{O}; \quad D_3 = \frac{S}{O}; \quad D_4 = \frac{S}{T};$$

где Т - тубифициды, В - все организмы бентоса + олигохеты без некоторых тубифицид, О - все олигохеты + тубифициды, S - отдельный вид тубифицид (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*).

Примечание. В - может включать биомассу тубифицид родов *Isochaetides*, *Rhyacodrilus*, *Hyodrilus* и др. Такие виды, как *Spirosperma ferox*, *Potamotheix hammoniensis*, могут встречаться в зоне слабого загрязнения, причем последний вид является показателем (увеличение численности и биомассы) интенсивного эвтрофирования более-менее стагнированных водоемов (озер, водохранилищ).

В условиях Латвии хорошо зарекомендовал себя метод (Пареле, Астапенко, 1975), основанный на оценке отношения численности тубифицид к численности олигохет:

$$D_2 = N_{\text{Tubificidae}} / N_{\text{Oligochaeta}},$$

где индекс 0,3 - относительно чистая река, 0,3 - 0,54 - слабо загрязненная, 0,55 - 0,79 - загрязненная, 0,8 - 1,0 - сильно загрязненная река.

Для рек, где немалое значение имеют и другие организмы бентоса, можно применять и другой индекс (Пареле, 1981), основанный на оценке доли олигохет в составе зообентоса:

$$D_1 = N_{\text{Oligochaeta}} / N_{\text{зообентоса}} .$$

На основании показателей D_1 участки исследованных водотоков подразделяются на шесть групп: 0,01 - 0,16 - очень чистая, 0,17 - 0,33 - чистая, 0,34 - 0,5 - умеренно (слабо) загрязненная, 0,51 - 0,67 - загрязненная, 0,68 - 0,84 - грязная, 0,85 - 1,0 - очень грязная.

С учетом экологического и зоогеографического облика малощетинковых червей для оценки состояния чистоты внутренних вод Европейского Севера В.И. Попченко (1988) предложен индекс, характеризующий отношение массовых видов (обладающих разным потенциалом устойчивости к загрязнению) к общему составу фауны малощетинковых червей:

$$I_s = N_t + N_h + N_f / N_o ,$$

где I_s - индекс сапробности по олигохетам, N_t - средняя численность *Tubifex tubifex*, N_h - средняя численность *Limnodrilus hoffmeisteri*, N_f - средняя численность *Spirosperma ferox*, N_o - средняя численность всех олигохет в биотопе.

По значениям показателя I_s для разных условий водных экосистем Европейского Севера целесообразны четыре группы количественных показателей в пределах: $I_s = 0,9 - 1,0$ - сильно загрязненные, $I_s = 0,5 - 0,89$ - загрязненные, $I_s = 0,3 - 0,49$ - слабо загрязненные, $I_s = < 0,3$ - чистые и относительно чистые воды.

Е.В. Балущкина (1976) предложила хирономидный индекс:

$$K = \frac{\alpha t + 0,5 \alpha ch}{\alpha o}$$

где $\alpha = N+10$ - относительная численность особей всех видов подсемейств (t - Tanypodinae, ch - Chironominae, o - Orthoclaadiinae). Слагаемое 10 подобрано эмпирически.

При $K = 0,136 - 1,08$ - чистая вода; $1,08 - 6,5$ - умеренно загрязненная; $6,5 - 9,0$ - загрязненная; $9,0 - 11,5$ - грязная вода.

Представители п/сем Chironominae и Tanypodinae встречаются в массе в загрязненных водах. Род *Chironomus* - полиморфный и эврибионтный род, виды которого трудно и часто неправильно идентифицируются, поэтому один и тот же вид разными авторами указывается в качестве индикатора для разной степени загрязнения вод. *Chironomus plumosus* может быть в массе в сильно эвтрофированных водоемах и отсутствовать в водоемах, в которые поступают стоки с полей фильтрации и скотного двора. Здесь встречаются *Ch. annularius* и *Glyptotendipes barbipes*. При сильном загрязнении легко окисляемой органикой *Ch. plumosus* может быть в массе. При промышленном загрязнении (стоки ЦБК) в массе развивается *Ch. tummi*, менее требовательный к кислороду.

П/сем. Tanypodinae: Prodiamesa olivacea — ρ - α - мезосапроб; Prokladius choreus и P. Ferrugineus - эврисапробы. Род Psectrotany-pus - в слабо загрязненной зоне. Macropelopia nebulosa — эврисапроб (β - мезо - олигосапроб). Ablabesmija monilis - α - мезосапроб.

П/сем. Orthocladiinae - в большинстве стеноксифильны, оксифильны.

В «Руководстве....» Гидромета (1992) приводится таблица оценки состояния экосистемы по показателям развития бактериопланктона. Данные об общем количестве бактерий (А), числе гетеротрофов (Б) и их соотношении позволяют охарактеризовать состояние экосистемы (табл. 10):

Таблица 10

Состояние экосистемы

Состояние экосистемы	А, млн. клеток/мл	Б, тыс. клеток/мл	А/Б
Фоновое	< 1,0	< 0,5	> 1000
Экологический прогресс (антропогенное экологическое напряжение)	1,0-4,0	0,5-10,0	1000-400
Элементы экологического регресса	4,0-20,0	10,0-100,0	400-100
Экологический регресс	20,0-40,0	100,0-700	100-70
Метаболический регресс	> 40,0	> 700	< 70

Численность бактерий, вырастающих на МПА:10, характеризует определенный уровень трофности и загрязненности вод: в высокотрофных водах отношение числа таких бактерий к их количеству на МПА равно 2 - 3, в малотрофных и загрязненных водах это соотношение составляет 10 - 100 и может достигать еще больших значений.

Содержание споровых микроорганизмов указывает на характер органического вещества: при наличии трудноразлагаемых соединений число таких микроорганизмов может превышать 1 000 клеток/мл.

Появление в пробах воды сульфатредуцирующих бактерий (в количестве нескольких десятков в 1 мл) свидетельствует об опасности сероводородного заражения.

Наличие фенол- и углеводородокисляющих бактерий в количествах, превышающих 10^2 - 10^3 клеток/мл, указывает на ту или иную степень загрязнения этими веществами. При определении интенсивности разрушения нефтяных остатков по значению ПОС следует руководствоваться следующей шкалой: сильное хроническое нефтяное загрязнение - 0,4 - 1,0 мг O_2 /(л-сут) и более; слабое загрязнение - 0,1 - 0,4 мг O_2 /(л-сут); нет загрязнения - менее 0,1 мг O_2 /(л-сут).

2.1.8. Индексы сходства видового состава

Показатели сходства биоценозов представляют интерес для сравнения между собой целых водоемов, их участков, определенных экологических зон и особенно в оценке степени деградации биоценозов в одном водоеме (реке) на пути переноса и трансформации (разбавления) сточных вод, иначе говоря, индексы биоценологического сходства позволяют оценить интенсивность

процессов самоочищения в реке. В озере индексы сходства позволяют оценить продолжительность, характер и степень загрязняющих отложений на дне по многолетним сборам зообентоса.

Наиболее удобно проводить попарное сравнение биоценозов по Жаккару:

$$k = \frac{c}{a + b + c} \times 100 ; \quad k = \frac{c}{a + b - c} \times 100 ; \quad k = \frac{c}{a + b} \times 100 ;$$

где c - число видов, общих для двух участков (биотопов, биоценозов), a и b - число видов соответственно на обоих участках.

Сёренсен использует индекс Жаккара в несколько измененном виде:

$$k = \frac{2j}{a + b} \times 100 ,$$

здесь j - то же, что и c в формуле Жаккара.

Коэффициент k имеет значения от 0 до 100%. Нулевое значение показывает полное несовпадение списков в сравниваемых пробах; 100% означает полное совпадение списков, чего практически не бывает. Полученные данные (проценты) матрицы делятся на группы сходства, соответствующие степени загрязнения, например, 65 - 80% - высокое сходство - может быть между участками, близкими по условиям: чистые или одинаково загрязненные, 50 - 64% - показывают слабое загрязнение относительно чистых участков, 30 - 49% - умеренное загрязнение, 15 - 29% - низкое сходство, например между чистыми участками и сильно загрязненными (разные загрязнения).

По данным k для сравниваемых участков составляется матрица:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0									
2		0								
3			0							
4				0						
5					0					
6						0				
7							0			
8								0		
9									0	
10										0

Б.А. Вайнштейн (1967) для оценки сходства биоценозов по обилию и видовому составу применил коэффициент биоценологического сходства (K_6):

$$K_6 = \frac{K_O \times K_B}{100} \%,$$

где K_B - коэффициент сходства видового состава (В.В. Алехин и др., 1925):

$$K_B = \frac{V_3 \times 100}{V_1 + V_2 - V_3},$$

где K_O - коэффициент общности удельного обилия, предложенный А.А. Шорыганым (1939, 1952) для сравнения спектров питания рыб и использованный Б.А. Вайнштейном (1949) для оценки сходства сообществ вычисляется следующим образом. Сначала определяется удельное обилие каждого вида в каждом биоценозе, т. е. процент числа особей данного вида от общего их числа в биоценозе.

$$O = \frac{n}{N} \times 100$$

Затем в двух сравниваемых биоценозах удельные обилия общих им видов сравниваются, отбираются меньшие величины для каждого вида и суммируются:

$$K_O = \sum O_{\min}$$

Надежность использования зообентоса в качестве индикатора степени загрязненности водных объектов давно обсуждается в работах многих гидробиологов.

В основу группы индексов видового разнообразия положено правило уменьшения числа видов с увеличением загрязнения. Чаще всего используется модификация индекса разнообразия Шеннона, предложенная Вильмом и Доррисом (Wilhm, Dorris, 1968) в качестве показателя степени загрязнения вод.

$$d = -\sum_{i=1}^s (n_i / n) \times \log_2 (n_i / n),$$

где n_i - число особей i -го вида, n - число особей в пробе, s - число видов. Считается, что $d > 3$ соответствует чистым, d от 1 до 3 - загрязненным, $d < 1$ - грязным водам.

Индекс Шеннона позволяет анализировать сообщества по их популяционной структуре в естественных и нарушенных условиях (средах).

Этот же индекс может быть использован с данными по биомассе видов в пробах.

При хорошем знании фауны реки, на взгляд автора данного пособия, достаточно информативным может быть индекс «видового дефицита» Коте (Kothe, 1962, цит. по: Макрушин, 1974):

$$I = \frac{A_i - A_x}{A_i} \times 100 ,$$

где A_i – число видов выше сброса сточных вод или загрязнения, A_x – число видов ниже сброса сточных вод или загрязнения.

При всем многообразии индексов оценки качества вод или степени загрязнения их, следует подходить к ним дифференцированно и выбирать их (индексы) в соответствии с уровнем и задачами исследования. Для специальных исследований, выполняемых по научным программам, следует использовать расчетные индексы, например Пантле - Букк, Шеннона, олигохетные индексы Пареле, хирономидный индекс Балуткиной. Для экспресс-анализов, например при прохождении полевой практики студентов по гидробиологии, при выполнении курсовых работ или при проведении экскурсий со школьниками на водоемы, когда нет специальных плавающих средств и приборов для отбора проб, следует использовать более простые в расчетах индексы видового сходства (разнообразия), например индексы Коте, Жаккара, Сёренсена или биоценологические индексы Бека, Вудивисса. Кстати сказать, сам Вудивисс, по рассказу очевидцев, пользовался своим методом просто и оригинально: он заходил в воду реки в высоких резиновых сапогах, зачерпывал ведром грунт, размывал его по частям с помощью сита и выбирал организмы. Сортировка по группам организмов без детальных определений видов позволяла на месте судить о степени чистоты воды в данном месте.

Многие виды – индикаторы встречаются в водах двух или даже трех зонах сапробности, что является причиной неточности при установлении средней сапробности биоценоза. Чтобы уточнить результаты биологического анализа Зелинка и Марван в 1961 году ввели понятие сапробной валентности вида, которая показывает, в какой мере он характерен для той или иной степени сапробности. Сапробные валентности выражаются одной или несколькими цифрами, сумма которых для вида равна 10.

Чтобы при оценке степени загрязнения повысить роль видов, присутствие которых характерно для определенной ступени сапробности, по сравнению с видами, встречающимися в разной сапробности, Зелинка и Марван вводят понятие индикаторного веса (J), который оценивается для каждого вида в балах от 1 до 5, и который показывает насколько высоко индикаторное значение того или иного вида.

Для определения степени сапробности всего биоценоза рассчитываются средневзвешенные сапробные валентности для каждой зоны (ступени) по формулам:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n a_i * h_i * J_i}{\sum h_i * J_i} ; B = \frac{\sum_{i=1}^n b_{i1} * h_i * J_i}{\sum h_i * J_i} \text{ и т.д.,}$$

где

h_i – величина, характеризующая количество особей i -го вида,

J_i – индикаторный вес i -го вида,

a_i, b_i , ит.д. – сапробные валентности вида i .

Величины сапробной валентности и индикаторного веса находят по справочной таблице. Полученные величины (А,В,С,Д,Е) являются средневзвешенными валентностями биоценоза. Соотношение А:В:С:Д:Е следует понимать как картину сапробных условий в биоценозе. Положение наивысшего значения в этом ряду определяет к какой ступени сапробности следует отнести изучаемый биоценоз. Средние величины позволяют судить о том, в какую сторону возможны отклонения.

Зелинка и Марван создали список индикаторов сапробности с указанием сапробных валентностей и индикаторного веса видов.

2.2. Экологический мониторинг атмосферного воздуха

Для непрерывных наблюдений за концентрациями наиболее распространенных примесей используются газоанализаторы.

В настоящее время на сети Госкомгидромета РФ используются модернизированные приборы серии 600 – 03: 645 ХЛ – 03, 667 ФФ – 03, 623 КПИ – 03, "Палладий – 2 М", "Палладий – 3". В состав модернизированных газоанализаторов серии 600 – 03 включены встроенные микро ЭВМ, обеспечивающие статистическую обработку измеряемых сигналов для повышения точности измерений, в особенности при измерении концентраций на уровне ПДК и ниже. Кроме того, микро ЭВМ управляет работой узлов газоанализатора по алгоритму, обеспечивающему повышение стабильности, воспроизводимости показаний и других метрологических характеристик, а также обеспечивает контроль работоспособности основных узлов.

Работа персонала, обслуживающего газоанализаторы, заключается в проведении периодических регламентных работ, осуществлении эксплуатации, мелкого ремонта газоанализаторов, в обеспечении приборов расходными материалами и списании их по истечении срока службы.

При выполнении работ с газоанализаторами необходимо выполнять общие требования по технике безопасности, изложенные в следующих документах:

- Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета;
- ГОСТ 12. 1. 009 – 76. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность;
- ГОСТ 12. 2. 007.0 – 75. Система стандартов безопасности труда. Изделия электрические. Общие требования безопасности;

- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Газоанализаторы шестисотой серии, модификации 03 ("Палладий – 2М" и "Палладий – 3") предназначены для применения автономно. При использовании газоанализаторов в составе автоматизированных систем выполнение условий по температуре и влажности осуществляется автоматически системой жизнеобеспечения.

2.2.1. Режим отбора проб воздуха

Определение концентраций многих вредных примесей в атмосфере производится лабораторными методами. Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества, или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре. Параметры отбора проб, такие как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра, устанавливаются в зависимости от определяемого вещества.

При наблюдениях за уровнем загрязнения атмосферы используются следующие режимы отбора проб: разовый, продолжающийся 20 – 30 мин; дискретный, при котором в один поглотительный прибор или на фильтр через равные промежутки времени в течение суток отбирают несколько (от 3 до 8) разовых проб, и суточный, при котором отбор в один поглотительный прибор или на фильтр производится непрерывно в течение суток.

Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется на стационарных или передвижных постах, укомплектованных оборудованием для проведения отбора проб воздуха и автоматическими газоанализаторами для непрерывного определения концентраций вредных примесей. Одновременно с проведением Отбора проб непрерывно измеряются скорость и направление ветра, температура воздуха, атмосферное давление, фиксируется состояние погоды и подстилающей поверхности почвы.

2.2.2. Электрохимический метод определения концентрации оксида углерода (газоанализаторы "Палладий – 2 М" и "Палладий – 3")

Принцип действия газоанализатора основан на методе потенциостатической амперометрии, заключающейся в измерении тока при электрохимическом окислении оксида углерода на рабочем электроде трех электродной электрохимической ячейки при постоянном потенциале.

Электрод сравнения в реакции не участвует и используется для установления необходимого потенциала рабочего электрода.

Потенциал рабочего электрода относительно электрода сравнения поддерживается с помощью потенциостата, расположенного в измерительном

блоке газоанализатора. Потенциостат вместе с электрохимической ячейкой образуют систему автоматического регулирования, которая при окислении оксида углерода на рабочем электроде генерирует ток, поддерживающий потенциал рабочего электрода на постоянном уровне (ток поляризации). Сила тока пропорциональна концентрации оксида углерода в анализируемом газе.

Газоанализаторы "Палладий – 2 М" и "Палладий – 3" кроме эксплуатации в лабораторных условиях эксплуатируются также в условиях передвижных автолабораторий; при этом газоанализаторы устанавливаются в кузове автомобиля, обеспечивающем защиту от атмосферных осадков и пыли. В зимних условиях обязателен обогрев кузова, температура в котором должна быть не ниже 5°C. Определение концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе производится только во время стоянок автомобиля. В стационарных условиях газоанализаторы могут эксплуатироваться при непрерывном режиме работы.

2.2.3. Метод определения концентрации оксидов азота

Для непрерывных инструментальных наблюдений за концентрацией оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂) и суммы оксидов азота (NO_x), применяется одна из модификаций хемолуминесцентного автоматического газоанализатора 645 ХЛ. Сущность этого метода состоит в том, что реакция взаимодействия оксида азота NO с озоном O₃ в соответствующих условиях сопровождается люминесценцией:

Излучение происходит в области спектра 620 – 2500 нм с максимумом 1200 нм, т.е. в инфракрасном диапазоне. Основная особенность реакции заключается в том, что интенсивность излучения пропорциональна числу взаимодействующих молекул, т.е. концентрации оксида азота.

2.3. Изучение состава и свойств почвы

Принято различать физические и химические свойства почвы, а также ее механический состав. Но прежде следует изучить свойства горизонтов почвы. Выделяют следующие почвенные слои приведенные в таблице 11.

Во время проведения исследований измеряется толщина слоя каждого горизонта и изучаются их физико-химические свойства.

Таблица 11

Профиль подзола

Горизонт	Подгоризонт	Внешний вид	
A B	L	Подстилка (1—5 см), рыхлая, пористая	
	F	Темно-коричневый слой, активные редуценты	
	H	Черный гумусовый слой	
	A Ea	Темный серо-коричневый слой - Пепельно-серый слой ощелачивания	Слой выщелачивания
	Ea	Пепельно-серый слой	

	<i>Bh</i>	Слой с большим содержанием гумуса, рыхлый
	<i>Btr</i>	Железистый слой, твердый, темного оранжево-коричневого цвета
	<i>Bs</i>	Слой плотного песка оранжевого цвета с большим содержанием железа и биогенных элементов
	<i>C</i>	Материнская порода Глубина залегания горизонта <i>C</i> различна, обычно 80-120 см

2.3.1. Физические свойства почвы

Влажность почвы обуславливает наличие дождевых червей, глубину залегания личинок насекомых, их окукливания. Определяется в полевой обстановке прямыми наблюдениями по шкале Раменского.

Балл 1: почва сухая, не холодит руки, почти не светлеет. Песок сыпучий, глина сбита в крепкие комки.

Балл 2: почва свежая, слегка холодит руки, очень слабо светлеет при высыхании. Прижатая к почве фильтровальная бумага увлажняется.

Балл 3: почва влажная, заметно холодит руки, высыхая значительно светлеет и увлажняет придавленную к ней фильтровальную бумагу. Песок легко формируется, глина и суглинок скатываются, при высыхании трескаются.

Балл 4: почва сырая, при высыхании сильно светлеет. На ощупь холодная. Приложенная обыкновенная бумага промокает.

Балл 5: почва мокрая, блестит, лоснится от покрывающей ее пленки воды, обнаруживается текучесть, не скатывается.

Плотность (твердость) почвы имеет большое значение для продвижения в ней организмов. Определяется по следующим признакам:

1) очень твердая почва представляет собой компактную массу, почти не поддающуюся копанию лопатой;

2) почва средней твердости (лопата входит в нее с некоторым усилием, в несколько приемов, но все же значительно мягче, чем в первом случае, из ямы почва достается целыми пластами);

3) рыхлая почва (лопата входит сразу на весь штык, И при выбрасывании из ямы почва легко рассыпается).

Пластичность (скатываемость) почвы имеет значение для живых организмов при прокладывании и заделке нор. Она определяется на ощупь следующим образом: кусочек почвы сильно увлажняют (почти до состояния текучести, размазываемости), затем между ладонями раскатывают в наиболее тонкую "колбаску". Легкие почвы скатываются только в виде шарика. Чем тяжелее почва, тем легче она скатывается.

2.3.2. Механический состав почвы

Механический состав почвы определяет ее термический режим. Глинистые и суглинистые почвы характеризуются большой теплоемкостью, что влияет, в свою очередь на влажность.

При полевых исследованиях выделяют следующие механические

различия почв:

1) *глинистые*: почвенная масса с большим трудом растирается на ладони, в сухом состоянии твердая, во влажном вязкая, пластичная и при скатывании образует длинную "колбаску", которая при сгибании в кольцо не разрывается; след от ножа дает узкую, мелкую и блестящую черту;

2) *суглинистые*: почва растирается без труда, хорошо видны песчинки, в сухом виде довольно плотная, во влажном - пластична, но "колбаска" при сгибании в кольцо разваливается; бороздка от ножа получается матовая и широкая;

3) *Супесчаные*: почва растирается без труда, преобладают песчаные частицы, ссыхается в непрочные комки, по ходу движения ножа ощущается характерный хруст, края бороздки крошатся, в "колбаски" не скатываются

4) *песчаные*: почва состоит исключительно из песчинок, в сухом состоянии сыпуча, во влажном - текучая масса.

2.3.3. Химические свойства почвы

От химических свойств часто зависит распределение почвенной фауны и характер растительности. При полевых исследованиях определяются:

1) реакция почвы (лакмусовая или универсальная индикаторная бумажка зажимается комками свежевыкопанной почвы, подстилки. По изменению цвета определяется pH почвы);

2) наличие карбонатов (определяется 5 или 10 %-ным раствором соляной кислоты, который капают на почву или подстилку. Следует отметить глубину, с которой почва начинает вскипать и интенсивность реакции - бурное вскипание, вскипание, вспучивание);

3) наличие сульфатов (сульфаты извлекаются из испытываемой почвы разведенной соляной кислотой, а на полученную вытяжку воздействуют несколькими каплями раствора хлорида бария. Наличие сульфатов подтверждается выпадением осадка белого цвета).

Методики, применяемые при анализе почв:

Отбор проб почв по ГОСТ 26483-85.

Определение обменного кальция и магния (ГОСТ 26487-85).

Определение удельной электрической проводимости, pH, плотного остатка в водной вытяжке (ГОСТ 26423-85).

Определение ион -сульфата в водной вытяжке (ГОСТ 26426-85).

Определение ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке (ГОСТ 26424-85).

Определение иона хлорида в водной вытяжке (ГОСТ 26425-85).

Определение общего азота (ГОСТ 26107-84).

2.3.4. Оформление результатов наблюдений

Данные о составе и свойствах почвы суммируются в виде табл. 12.

Характеристика эдафических факторов наземной экосистемы

№ п/п	Дата и время наблюдения	Свойства почвы	Горизонты почвы		
			L	F H	A Ea
		Влажность			
		Плотность			
		Пластичность			
		Механический состав			
		pH			
		Наличие карбонатов			
		Наличие сульфатов			

Учет мезофауны почвы и подстилки.

Метод флотации. Берутся пробы подстилки и почвы с разных горизонтов массой не более 10 г. В лаборатории в ванночке почва разбавляется насыщенным раствором поваренной соли. Вода с всплывающими организмами сливается в воронку с фильтром. Осевший осадок в ванночке снова заливается водой и фильтруется несколько раз. Затем следует развернуть фильтр и поместить его в чашку Петри с эфиром. Приблизительно через 10 мин, когда все организмы погибнут, их можно исследовать под биноклем или при малом увеличении светового микроскопа.

Метод сухой экстракции. Животных, населяющих почву и подстилку, перемещают на влажные участки, избегая высыхания земли. Берут образец почвы или подстилки, кладут на сито и устанавливают под металлическим рефлектором с лампой мощностью 100 Вт. Расстояние между лампой и образцом должно быть примерно 25 см. Каждые 2 ч лампу продвигают к образцу на 5 см, пока расстояние между ними не станет 5 см. В таком положении рефлектор оставляют на 24 ч. При этом мелкие членистоногие перемещаются вниз и сквозь металлическую сетку падают в поддон с 50 %-ным раствором спирта.

Животных выбирают иглой, систематизируют и подсчитывают. Результаты заносятся в табл. 2.6 и 2.7 с записью "метод флотации", "метод сухой экстракции".

Определение численности и биомассы хищных членистоногих и грызунов. В первый день практики в лесу в определенных местах закапываются стеклянные банки так, чтобы их верхняя открытая часть находилась на уровне поверхности почвы. В ловушку следует положить кусочек несвежего (с запахом) мяса и закрыть сверху куском картона, установленного на камнях, что предотвратит попадание в банку атмосферных осадков, листьев и т.п. Во второй день практики ловушки проверяют, выясняя численность и биомассу хищных беспозвоночных обитающих на поверхности почвы.

Определение численности грызунов — обитателей почвы леса, луга, рекомендуется проводить путем расстановки мышеловок-давилок на определенной площади с последующим пересчетом результатов на 1 м².

Данные заносятся в табл. 13

Таблица 13

Макрофауна почвы

Точка наблюдения	Название групп животных	Число видов	Численность каждой группы, экз./м ²	Биомасса, г/м ²

Оформление результатов наблюдений.

Для обобщения результатов сводные данные заносятся в табл. 14

Таблица 14

Численность и биомасса животных почвы

Число видов	Плотность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Международные стандарты ИСО в области экологического управления

1. ИСО 14001:1996. Системы экологического управления. Требования и руководство по использованию.
2. ИСО 14004:1996. Системы экологического управления. Руководство по принципам организации и методам обеспечения функционирования.
3. ИСО 14010:1996. Руководство по экологическому аудиту. Основные принципы.
4. ИСО 14011:1996. Экологический аудит. Аудит систем экологического управления.
5. ИСО 14012:1996. Экологический аудит. Квалификационные требования к экологам-аудиторам.
6. ПК 14013. Экологический аудит. Управление программами экологического аудита.
7. ПК 14015. Экологическое управление. Оценка экологичности объекта (места размещения).
8. ПК 14031. Экологическое управление. Руководство по оценке характеристик экологичности.
9. ИСО 14040:1997. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
10. ПМС 14041. Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла.

11. ПК 14042. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия на окружающую среду.
12. ПК 14043. Оценка жизненного цикла. Интерпретация результатов.
13. ПМС 14050. Экологическое управление. Термины и определения.
14. Руководство ИСО 64:1997. Руководство по включению экологических аспектов в стандарты на продукцию.

Международные стандарты ИСО по контролю качества воды

17. ИСО 3696:1987. Вода для лабораторного анализа. Технические условия и методы испытаний.
18. ИСО 5663:1984. Качество воды. Определение азота по Кьельдалю. Метод после минерализации селеном.
19. ИСО 5667-2:1991. Качество воды. Отбор проб. Часть 2. Руководство по составлению методик выборочного контроля.
20. ИСО 5667-3:1994. Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Руководство по хранению и обращению с пробами.
21. ИСО 5667-4:1987. Качество воды. Отбор проб. Часть 4. Руководство по отбору проб из природных и искусственных озёр.
22. ИСО 5667-6:1990. Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и водных потоков.
23. ИСО 5667-7:1993. Качество воды. Отбор проб. Часть 7. Руководство по отбору проб воды и пара котельных установок.
24. ИСО 5667-8:1993. Качество воды. Отбор проб. Часть 8. Руководство по отбору проб влажных осадков.
25. ИСО 5667-9:1992. Качество воды. Отбор проб. Часть 9. Руководство по отбору проб морских вод.
26. ИСО 5667-10:1992. Качество воды. Отбор проб. Часть 10. Руководство по отбору проб сточных вод.
27. ИСО 5667-11:1993. Качество воды. Отбор проб. Часть 11. Руководство по отбору проб грунтовых вод.
28. ИСО 5667-12:1995. Качество воды. Отбор проб. Часть 12. Руководство по отбору проб донных отложений.
29. ИСО 5814:1990. Качество воды. Определение растворенного кислорода. Метод электрохимического датчика.
30. ИСО 5815:1989. Качество воды. Определение биохимической потребности в кислороде через 5 суток (БПК₅). Метод разбавления и засева.
31. ИСО 5961:1994. Качество воды. Определение кадмия атомно-абсорбционной спектроскопией.
32. ИСО 6060:1989. Качество воды. Определение химического потребления кислорода.
33. ИСО 7346-2:1996. Качество воды. Определение острой летальной токсичности веществ в отношении пресноводных рыб. Часть 2. Полустатистический метод.

34. ИСО 7346-3:1996. Качество воды. Определение острой летальной токсичности веществ в отношении пресноводных рыб. Часть 3. Метод непрерывного обновления испытательного раствора.

35. ИСО 7393-3:1990. Качество воды. Определение свободного хлора и общего хлора. Часть 3. Метод йодометрического титрования для определения общего хлора.

36. ИСО 7704:1985. Качество воды. Оценка мембранных фильтров для микробиологического анализа.

37. ИСО 7827:1994. Качество воды. Определение в водной среде “предельной” аэробной биodeградации органических соединений. Метод анализа растворенного органического углерода (ДОС).

38. ИСО 10523:1994. Качество воды. Определение pH.

39. ИСО 13395:1996. Качество воды. Определение нитратного и нитритного азота и их суммарного содержания проточным анализом.

Международные стандарты ИСО по контролю качества воздуха

101. ИСО 4221:1994. Качество воздуха. Определение массовой доли концентрации двуокиси серы в окружающем воздухе. Спектрофотометрический метод с применением торина.

102. ИСО 4225:1994. Качество воздуха. Общие положения. Словарь.

103. ИСО 4226:1993. Качество воздуха. Общие положения. Единицы измерений.

104. ИСО 4227:1989. Планирование контроля качества воздуха.

105. ИСО 6767:1990. Воздух атмосферный. Определение массовой концентрации двуокиси серы. Метод с применением тетрахлормеркурата и пара розанилина.

106. ИСО 6879:1995. Качество воздуха. Рабочие характеристики и соответствующие понятия, связанные с методами измерения качества воздуха.

107. ИСО 7708:1995. Качество воздуха. Определение фракционного состава частиц при отборе проб для оценки санитарно-гигиенического состояния.

108. ИСО 7935:1992. Стационарные источники выбросов. Определение массовой концентрации двуокиси серы. Характеристики автоматизированных методов измерений.

109. ИСО 7996:1985. Воздух атмосферный. Определение массовой концентрации окислов азота. Метод хемилюминесценции.

110. ИСО 8186:1989. Воздух атмосферный. Определение массовой концентрации окиси углерода. Метод газовой хроматографии.

111. ИСО 8518:1990. Воздух рабочей зоны. Определение частиц свинца и соединений свинца методом пламенной атомной абсорбционной спектromетрии.

112. ИСО 8672:1994. Качество воздуха. Обработка данных о температуре, давлении и относительной влажности.

113. ИСО 8760:1990. Воздух рабочей зоны. Определение массовой концентрации окиси углерода. Метод с применением индикаторных трубок для быстрого отбора проб с прямой индикацией.

114. ИСО 9096:1992. Качество воздуха. Стационарные источники выбросов. Определение концентрации и скорости истечения отдельных частиц в газонесущем потоке. Ручной гравиметрический метод.

115. ИСО 9196:1994. Воздух атмосферный. Определение эксплуатационных характеристик измерительных методов.

116. ИСО 9359:1989. Качество воздуха. Метод расслоенной выборки для оценки качества окружающего воздуха.

117. ИСО 9486:1991. Воздух рабочей зоны. Определение летучих хлорированных углеводородов. Метод поглотительной колонки с активированным древесным углем (жидкостной десорбции) газовой хроматографии.

118. ИСО 9487:1991. Воздух рабочей зоны. Определение летучих ароматических углеводородов. Метод поглотительной колонки с активированным древесным углем (жидкостной десорбции) газовой хроматографии.

119. ИСО 9835:1993. Воздух атмосферный. Определение индекса черного дыма.

120. ИСО 9855:1993. Воздух атмосферный. Определение содержания свинца. Метод атомной абсорбционной спектроскопии.

121. ИСО 10155:1995. Стационарные источники выбросов. Автоматический мониторинг массовых концентраций частиц. Представление данных методов испытаний и технических требований.

122. ИСО 10312:1995. Воздух атмосферный. Определение асбестовых волокон. Метод прямого наблюдения электронной микроскопией.

123. ИСО 10113:1993. Воздух атмосферный. Определение озона. Метод хемилюминесценции.

124. ИСО 10396:1993. Стационарные источники выбросов. Отбор образцов для автоматического определения концентраций газов.

125. ИСО 10780:1994. Стационарные источники выбросов. Определение скорости расхода газового потока.

126. ИСО 10849:1996. Стационарные источники выбросов. Определение массовой концентрации окислов азота. Характеристика и калибровка автоматизированных измерительных систем.

127. ИСО 11041:1996. Воздух рабочей зоны. Определение мышьяка, соединений мышьяка, триоксида мышьяка. Метод непрерывного образования арсина с атомной абсорбционной спектроскопией.

128. ИСО 11174:1996. Воздух рабочей зоны. Определение частичек кадмия и соединений кадмия. Метод пламенной и электротермической атомной абсорбционной спектроскопии.

Международные стандарты ИСО по контролю качества почвы

129. ИСО 10381-6:1993. Качество почвы. Отбор почв. Часть 6. Руководство по отбору, обращению и хранению почвы для оценки в лаборатории аэробных микробиологических процессов.
130. ИСО 10390:1994. Качество почвы. Определение pH.
131. ИСО 10573:1995. Качество почвы. Определение содержания воды в ненасыщенной зоне. Метод нейтронной глубинной пробы.
132. ИСО 10693:1995. Качество почвы. Определение содержания карбоната. Объемный метод.
133. ИСО 10694:1994. Качество почвы. Определение органического и общего углерода после сухого сжигания.
134. ИСО 11046:1994. Качество почвы. Определение содержания минерального масла. Метод инфракрасной спектроскопии и газовой хроматографии.
135. ИСО 11048:1995. Качество почвы. Определение водорастворимого и кислоторастворимого сульфата.
136. ИСО 11074-1:1996. Качество почвы. Словарь. Часть 1. Термины и определения по защите и загрязнению почвы.
137. ИСО 11260:1994. Качество почвы. Определение катионообменной емкости и базового насыщения. Метод с применением раствора хлорида бария.
138. ИСО 11261:1995. Качество почвы. Определение общего количества азота. Модифицированный метод Кьельдаля.
139. ИСО 11263:1994. Качество почвы. Определение фосфора. Спектрометрические определения растворимого фосфора в растворе бикарбоната натрия.
140. ИСО 11265:1994. Качество почвы. Определение удельной электрической проводимости.
141. ИСО 11266:1994. Качество почвы. Руководство по лабораторным испытаниям биodeградации химикатов в почве в аэробных условиях.
142. ИСО 11269-1:1993. Качество почвы. Определение воздействия загрязнителей на флору почвы. Часть 1. Метод измерения задержки роста корня.
143. ИСО 11269-2:1993. Качество почвы. Определение воздействия загрязнителей на флору почвы. Часть 2. Метод определения воздействия химикатов на развитие и рост растений.
144. ИСО 11276:1995. Качество почвы. Определение давления воды в порах. Тензометрический метод.
145. ИСО 11464:1994. Качество почвы. Предварительная обработка проб перед физико-химическим анализом.
146. ИСО 11465:1995. Качество почвы. Экстракция следов элементов, растворимых в воде.
147. ИСО 13536:1995. Качество почвы. Определения потенциальной катионообменной емкости и способных к обмену катионов с применением буферного раствора хлорида бария при pH 8,1.

148. ИСО 14238:1997. Качество почвы. Биологические методы. Определение азотной минерализации и нитрофикации в почвах и влияние химикатов на эти процессы.

149. ИСО 14239:1997. Качество почвы. Методы измерения минерализации органических химикатов в почве в аэробных условиях.

150. ИСО 14240-1:1997. Качество почвы. Определение в почве микробиологической биомассы. Часть 1. Метод респиратора.

151. ИСО 14240-2:1997. Качество почвы. Определение в почве микробиологической биомассы. Часть 2. Метод фумигационной экстракции.

Нормы и правила Международного банка реконструкции и развития (Всемирного банка), Вашингтон, США.

157. Технический документ Всемирного банка № 139. Политика. Процедуры. Проблемы, общие для разных отраслей. Справочное пособие по экологической оценке, т.1. - Вашингтон, США: МБРР, Департамент охраны окружающей среды, 1991.

158. Технический документ Всемирного банка № 154. Инструкция по экологической оценке проектов в области энергетики и промышленного производства. Справочное пособие по экологической оценке, т.3. - Вашингтон, США: МБРР, Департамент охраны окружающей среды, 1991.

159. Оперативная директива Всемирного банка 4.01: Экологическая оценка (ЭО). - Вашингтон, США: МБРР, октябрь 1991 г. Сборник директив и инструкций Всемирного банка, 1995.

160. Оперативная директива Всемирного банка 4.02: План действий по охране окружающей среды. - Вашингтон, США: МБРР, июль 1992 г. Сборник директив и инструкций Всемирного банка, 1995.

Нормативно-правовая документация РФ

161. Об утверждении Порядка разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов (с изменениями на 16 июня 2000 года). Постановление Правительства РФ от 03.08.1992 №545.

162. Об утверждении Положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы. Постановление Правительства РФ от 11.06.96 № 698.

163. О порядке установления и пересмотра экологических и гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух и государственной регистрации вредных (загрязняющих) веществ и ... Постановление Правительства РФ от 02.03.00 №182.

164. О Правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, Постановление Правительства Российской Федерации от 16 июня 2000 года №461.

165. Об утверждении Правил расчета и взимания платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности. Постановление Правительства РФ от 14.12.2006 № 764.

166. Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, Приказ МПР России от 2 декабря 2002 года № 483-р.

167. ГОСТ 17.1.1.03-78. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водопользования.

168. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

169. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.

170. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации "Охрана окружающей среды". М.: ГП "ЦЕНТРИНВЕСТпроект", 1998.

171. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22.06.2000 № 6/н.

172. Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности. Утверждена Госкомгидрометом СССР 10 июня 1986 года.

173. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Санкт-Петербург, 2005.

174. Методические указания по разработке нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты (уточненная редакция). - М.: МПР РФ, 1999.

Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

а) основная литература:

1. Ершова Т.С., Волкова И.В., Шипулин С.В., Зайцев В.Ф. Биологический мониторинг: учебное пособие. – Астрахань: изд-во АГТУ, 2011. – 444 с - 182 экз.

2. Экологический мониторинг окружающей среды : учеб. пособие для вузов. В 2-х т. Т. 2 / Ю.А. Комиссаров [и др.]; под ред. П.Д. Саркисова. - М.: Химия, 2005. – 403 с. – 29 экз.

б) дополнительная литература

1. Экотоксикологический контроль и биотестирование: учеб. пособие/ Астрахан. гос. техн. ун-т, Ин-т Волкова И.В., Ершова Т. С., Шипулин С. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения с помощью гидробионтов - М.: Колос, 2009. – 352 с - 100 экз.

2. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие — Изд. 3-е, перераб. — М.: Высшая школа, 2006. — 334с. — 10 экз.

3. Скупченко, В.Б. Биоиндикация окружающей среды: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Скупченко, Л.О. Соколова. — Электрон. дан. — СПб.: СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2009. — 73 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45196

г) методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4. Методические указания к практическим занятиям по курсу экологического мониторинга «Биомониторинг водных объектов» / АГТУ; Сост.: Ершова Т.С., Волкова И.В., Шипулин С.В. – Астрахань, 2007. – 22 с.- 30 экз.
5. Оценка качества среды обитания с помощью флуктуирующей асимметрии у разных видов живых организмов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Биологический мониторинг» /Сост.: Волкова И.В., Лопаткова Н.В., Исеналиева Ж. Н.— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2012. — 40с. - 30 экз.
6. Диагностика состояния окружающей среды по хвойным деревьям. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Биологический мониторинг» /Сост.: Волкова И.В., Нгуен Т.Т.Н. - .— Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. — 16с. - 30 экз.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» в
Ташкентской области Республики Узбекистан**

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН/ЗАДАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ
(Или ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ)**

Студент _____
(фамилия, имя, отчество полностью, группа)

Направление и направленность 05.04.06 Экология и природопользование направленность
Экологический мониторинг
Место проведения практики _____

Объем и краткое содержание (виды работ) практики:

№ п/п	Раздел практики	Семестр	Неделя	Формы текущего контроля успеваемости
1	Подготовительный этап: Инструктаж по технике безопасности; проведение исследований в соответствии с утвержденным планом; поиск информации по индивидуальному заданию, сбор эмпирических данных, необходимых для решения поставленных задач			Регистрация в журнале по технике безопасности, собеседование
2	Экспериментальный этап: Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике, мероприятия по сбору, обработке и систематизации фактического и литературного материала, наблюдения, измерения и др.			Материал по результатам исследований
3	Заключительный этап: Сравнение полученных результатов исследований с существующими экологическими нормативами и литературными данными, обоснование полученных выводов. Подготовка Методических разработок. Оформление Отчета по практике.			Отчет по результатам практики.
	Форма отчетности по практике			Зачет с оценкой

Руководитель практики:

Должность _____

Дата _____

Ф.И.О. _____

Задание получил:

Ф.И.О. студента _____

Дата _____



Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан

Институт высшего образования

Направление 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность Экологический мониторинг

Кафедра Общей экологии и экономики

ОТЧЕТ

по практике

ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ (ИЛИ ПРЕДДИПЛОМНОЙ)

на _____

Руководитель практики от предприятия «Название предприятия», должность

_____ ФИО

«___» _____ 20__ г.

М.П.

Выполнил(а): студент(ка) группы

_____ ФИО

«___» _____ 20__ г

Проверил: должность, ученая степень

_____ ФИО

«___» _____ 20__ г

Результаты защиты отчета

Оценка полученная на защите

« _____ »

Члены комиссии:

_____ (_____)

подпись _____ Фамилия И.О.

_____ (_____)

подпись _____ Фамилия И.О.

«___» _____ 20__ г

Ташкентская область, Кибрайский район – 20_____

(ИЛИ другой город в зависимости от места прохождения практики)

**Филиал ФГБОУ ВО «АГТУ»
в Ташкентской области Республики Узбекистан
Рабочий график (план) проведения практики
(20 ____/20 ____ учебный год)**

Шифр **05.04.03**

Направление Экология и природопользование

Направленность «Экологический мониторинг»

Курс _____

Место прохождения практики _____

Руководитель практики от филиала _____

Вид практики: учебная / производственная

Тип практики: производственная (или преддипломная) практика

Способ проведения практики: выездная/стационарная

Срок прохождения практики: _____

Дата (сроки)	Планируемые формы работы (раздел отчета по практике)

Руководитель практики от филиала:

должность _____ ФИО

дата, подпись

Руководитель предприятия/организации _____,

должность

_____ ФИО

м.п.

Дневник по практике**Вид практики:** учебная / производственная*нужное подчеркнуть***Тип практики:** производственная (или преддипломная) практика

Обучающийся _____, гр. _____

*ФИО полностью, группа*Направление 05.04.06 Экология и природопользованиеНаправленность «Экологический мониторинг»

Место проведения практики _____ --

Дата	Наименование и ход работ	Краткое описание работы

Руководитель практики от филиала:
должность _____ ФИООбучающийся _____
подпись

Дата

Отзыв о прохождении практики

руководителя практики от организации

Студент(ка) Филиала ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан

Ф.И.О. _____

Курс и группа _____

Кафедра _____

Направление и направленность 05.04.06 Экология и природопользование направленность «Экологический мониторинг»

Вид практики: производственная

Тип практики: производственная (или преддипломная) практика

Срок прохождения практики: с _____ г. по _____ г.

Наименование организации

а) активность, дисциплина, помощь производству и т.п.

б) краткая аннотация отчета по практике, представленного обучающимся

Отчет заслуживает оценки _____
(отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно)

в) прочие замечания руководителя от предприятия

Руководитель практики от организации

(подпись, ФИО)

« ____ » _____ г.

МП