

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.02 Экспертиза проектов

Направление подготовки (специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки (специализация) Система управления рисками ЧС

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Конспект лекций**
- 1.1 Лекция № 1 Проектирование и разработка промышленных продуктов**
- 1.2 Лекция № 2 Анализ метаболизма и ресурсов**
- 1.3 Лекция № 3 Инжиниринг и менеджмент геосистем**

- 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ**
- 2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Проектирование и разработка промышленных продуктов**
- 2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Производственный процесс: проектирование и эксплуатация**
- 2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Выбор материалов**
- 2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Анализ метаболизма и ресурсов**
- 2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Анализ метаболизма и ресурсов**
- 2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Инжиниринг и менеджмент геосистем**
- 2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Инжиниринг и менеджмент геосистем**

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №_1__ (_2_ часа).

Тема: «Проектирование и разработка промышленных продуктов»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Процесс разработки новой продукции.
2. Этапы проектирования производственных (операционных) систем.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Наименование вопроса № 1

Процесс разработки новой продукции.

Процесс разработки новой продукции представляет собой сложный комплекс различных видов деятельности, теснейшим образом связанных с большинством других бизнес-функций.

На первых двух фазах:

Разработка концепции

Планирование продукции

Проводится комплексный анализ информации о возможностях рынка сбыта, условиях конкуренции, технических возможностях и требованиях к новому товару. На основе такого анализа определяется структура нового продукта. В структуре учитывается концептуальный замысел, емкость рынка, ожидаемый уровень совершенства продукта, инвестиционные требования и финансовые последствия вывода на рынок нового товара. Кроме того, прежде чем принять программу разработки новой продукции, компании обычно стараются получить подтверждение правильности новой концепции, прибегая к пробной продаже этой продукции на небольших рынках. Такое тестирование может предусматривать изготовление опытных моделей и обсуждение их качеств с потенциальными потребителями. После одобрения проект создания новой продукции вступает в фазу детальной инженерной разработки. Ее основной задачей является конструирование, проектирование и изготовление действующих опытных образцов, а также разработка инструментов и оборудования, которые будут использоваться для производства данной продукции в коммерческих масштабах. Основу детальной инженерной разработки составляет цикл "проектирование-модель-тестирование". В этом цикле определенные ранее концепции продукции и технологического процесса воплощаются в рабочей модели (которая может быть либо компьютерной, либо в физической форме). Модель проходит тестирование, в котором имитируются реальные условия эксплуатации будущей продукции. Если модель не соответствует намеченным эксплуатационным характеристикам, инженеры изменяют конструкцию и устраняют недоработки, после чего цикл "проектирование-модель-тестирование" повторяется вновь. Фаза детальной инженерной разработки завершается "сдачей проекта", которая означает, что данная модель отвечает всем предъявляемым к ней требованиям.

После этого компания переходит от фазы инженерной разработки к фазе экспериментального производства. Вначале на производственном оборудовании изготавливаются и испытываются отдельные комплектующие, которые затем собираются в систему и тестируются в заводских условиях. На фазе экспериментального производства

изготавливается опытная партия продукции и проверяется способность новых или модифицированных производственных процессов выпускать данную продукцию в коммерческом объеме. На этой стадии весь необходимый инструментарий и оборудование должны быть готовы к производству, а поставщики деталей и комплектующих - к их поставкам в нужных объемах. Именно на этой фазе разработки новой продукции происходит интеграция всех элементов производственной системы: проекта, результатов инженерного проектирования, модернизированных инструментов и оборудования, комплектующих, порядка сборки, производственного контроля, рабочих-операторов и техников.

Заключительной фазой создания нового продукта является наращивание производства и достижение проектной мощности. К этому времени производственный процесс модернизирован и отлажен, но необходимо еще обеспечить его стабильность при производстве больших партий продукции. На этой фазе производство начинается с выпуска незначительных объемов; затем, по мере того как компания убеждается в том, что может производить продукцию без сбоев (а поставщики - своевременно поставлять комплектующие), а также в том, что маркетинговые службы способны обеспечить ее сбыт, выпуск постепенно увеличивается.

Проекты по разработке новой продукции очень редко реализуются совершенно изолированно; они, как правило, взаимосвязаны. Кроме того, чтобы проект был эффективным, необходимо, чтобы он органично вписывался в общую производственную структуру предприятия. Следует помнить, что в разных проектах могут быть задействованы одни и те же важнейшие компоненты организационной структуры и над ними нередко работают одни и те же проектные группы. Необходимо также учитывать, что довольно часто от новой продукции требуется, чтобы она была как конструктивно, так и функционально совместима с уже освоенной продукцией фирмы.

В последнее время для ускорения процесса разработки новой продукции многие компании широко используют так называемый метод совместного проектирования (Concurrent Engineering - CE). В отличие от простого, последовательного, фаза за фазой, выполнения разработки, при CE делается упор на межфункциональную интеграции и одновременном, совместном проектировании различных видов продукции и предназначенных для их производства технологических процессов.

Совместное проектирование основывается на программной интеграции различных групп, участвующих в проекте. В последнее время появилось три типа групп: группы управления программой, технические группы и многочисленные проектно-производственные группы. Если проект характеризуется повышенной сложностью, понадобится сформировать еще интеграционную группу, объединяющую усилия различных проектно-производственных групп. Иногда создаются также специальные группы для изучения конкретных проблем, например исследования новых технологий.

Основным преимуществом метода CE является значительное сокращение сроков реализации проекта. Одновременность инженерных разработок означает параллельное выполнение разных фаз проекта, например, во время разработки рыночной концепции и структуры продукта выполняется проектирование как продукта, так и производственных процессов. Важнейшим условием эффективности данного метода является постоянный обмен информацией по электронной почте либо непосредственно на собраниях членов групп, а также использование всеми участниками проекта единых баз данных. Так, например, в компании Hewlett-Packard постоянно работает несколько четко сформированных групп технологического профиля, которые функционируют параллельно и являются частью стратегии этой компании. Каждая такая группа занимается разработками в одной из технологий, наиболее важных для освоения новых видов продукции компании Hewlett-Packard.

2. Наименование вопроса № 2

Этапы проектирования производственных (операционных) систем.

Проектирование производственных (операционных) систем включает следующие этапы:

- проектирование продукции и производственного процесса;
- проектирование производственных мощностей;
- проектирование работ и нормирование труда.

Проектирование продукции. Этот этап требует четкого определения критерии производственного процесса проектирования и отбора оптимальных

альтернативных вариантов. Его цель - добиться минимального уровня затрат на единицу продукции, которые зависят от экономичности партии запуска изделий в производство; от производительности оборудования применительно к конкретной работе.

Проектирование продукции исходит из принципа удовлетворения потребностей покупателей. Для анализа конкретных требований потребителя к продукту производится оценка изделия по следующим критериям:

- стоимость;
- экономичность эксплуатации;
- качество;
- элементы роскоши;
- размер, мощность или прочность;
- срок службы;
- надежность в эксплуатации;
- требования к обслуживанию, его простота;
- универсальность использования;
- безопасность эксплуатации.

При принятии решения о характеристике изделия, о ходе проектирования производится выбор вариантов по следующим критериям:

- размеры и формы изделия;
- материалы;
- соотношение стандартных и уникальных элементов;
- модульные компоненты;
- избыточные компоненты для повышения надежности;
- элементы безопасности.

Между оценкой изделия и его характеристикой существует непосредственная взаимозависимость: использование различных характеристик приводит к удорожанию или удешевлению' изделия. Например, установка кондиционера в автомашине делает ее более роскошной, но повысит ее цену и объем послепродажного обслуживания. Другой пример: применение более толстых листов металла для корпуса автомашины увеличит срок ее службы и повысит безопасность, но приведет к удорожанию автомашины и увеличению потребления горючего, а следовательно, стоимости эксплуатации.

Проектирование (разработка) процесса производства осуществляется после завершения проектирования продукции и предполагает оценку проекта по следующим критериям:

- производственная мощность;
- экономическая эффективность;
- гибкость;
- производительность;
- надежность;
- ремонтпригодность;

стандартизация;
безопасность и экология;
удовлетворение жизненных потребностей работников.

Для обеспечения нужных характеристик производственного процесса производится выбор вариантов по следующим критериям:

тип перерабатывающей системы - единичное производство (проектная система), серийное или массовое производство, производство с непрерывным процессом, комбинация различных типов;

собственное производство комплектующих изделия или приобретение на стороне всех или некоторых комплектующих изделия;

выполнение отдельных видов работ своими силами или передача их субподрядчикам;

методы выполнения отдельных видов работ;

степень механизации и автоматизации;

уровень специализации работников.

При проектировании производственного процесса учитываются следующие расходы:

стоимость земельного участка;

стоимость аренды, затраты на приобретение или строительство;

расходы на перевозки сырья и горючего;

расходы на перевозки готовой продукции;

затраты на энергию и водоснабжение;

налоги и страхование;

оплата рабочей силы;

расходы на передислокацию, включая потери от остановки производства на необходимый срок.

При разработке технологического процесса определяются:

требуемые станки и прочее оборудование, инструменты, приспособления и т.п.;

применяемые методы;

необходимое количество рабочих;

планируемая или нормативная длительность производственного цикла.

Производственный процесс тесно связан с жизненным циклом продукта. Так, на начальной стадии жизненного цикла изделия, когда объемы продаж низки, конструкция изделия не вполне стабильна, производственный процесс должен быть настолько гибким, чтобы его можно было быстро изменить в соответствии с изменениями в конструкции изделия. В этот период производственный процесс характеризуется трудоемкостью, мелкосерийностью и отсутствием автоматизации.

По мере усовершенствования изделия его конструкция будет становиться все более стандартизированной, объемы реализации возрастут. Важнейшее значение на стадии зрелости продукта приобретут экономическая эффективность и стабильность выпуска продукции, а следовательно, и уровень цены, которая станет основным фактором конкурентоспособности изделия. Производственный процесс на этом этапе становится капиталоемким, высокоавтоматизированным, ориентированным на массовый выпуск продукции.

На данном этапе принимаются решения по размеру производственных мощностей, их месторасположению, проектированию предприятия и его мощностей и т.п.

1. 2 Лекция №_2__ (_2_ часа).

Тема: «Анализ метаболизма и ресурсов»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Анализ использования производственных ресурсов
2. Ресурсы и факторы производства

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Наименование вопроса № 1

Анализ использования производственных ресурсов

Эффективность использования производственных ресурсов влияет на себестоимость, прибыль и другие качественные показатели хозяйственной деятельности. Поэтому анализ показателей использования производственных ресурсов является одной из тем комплексного экономического анализа.

Основными условиями процесса производства являются средства труда, предметы труда и труд. Каждое из этих условий представляет собой вещественное содержание определенного вида производственного ресурса. Поэтому производственные ресурсы могут рассматриваться как экономические, под которыми понимается единство вещественных и личных факторов воспроизводства, либо материальные факторы его осуществления, находящиеся в производительной форме, т. е. в процессе производства. Вещественными элементами производственных ресурсов являются рабочая сила (трудовые ресурсы), основные фонды, производственные запасы и материальные затраты, незавершенное производство и расходы будущих периодов.

Следует различать примененные и потребленные ресурсы. Примененные ресурсы – это одновременно авансированный овеществленный труд, воплощенный в стоимости производственных фондов, а также живой труд. Потребленные в производстве ресурсы – это материальные затраты и амортизация, затраты живого труда, выраженные в заработной плате.

Показателями эффективности примененных производственных ресурсов являются фондоотдача, материалоотдача и производительность труда. Задачами анализа эффективности использования производственных ресурсов являются:

- оценка степени выполнения плана и изучение динамики показателей, выявление тенденций их развития;
- выявление и измерение влияния факторов на изменение показателей эффективности использования производственных ресурсов;
- выявление внутрипроизводственных резервов роста показателей и разработка мероприятий по их реализации;
- определение перспективных (прогнозных) показателей эффективности использования производственных ресурсов.

Анализ использования основных производственных средств. Рациональность и полноту использования основных производственных средств характеризует экономический эффект, полученный за конкретный период в виде определенного объема и качества. Экономическая эффективность использования основных средств определяется отношением полученного экономического эффекта к затратам, необходимым для создания основных средств. При этом в качестве экономического эффекта принимается стоимость выпуска

(продажи) продукции или сумма прибыли, в качестве затрат – среднегодовая стоимость основных производственных средств.

По мнению профессора А. Д. Шеремета, экономическая эффективность использования (потребления) средств труда характеризуется долей амортизации в стоимости продукции [20, с. 168]. Однако, анализируя этот показатель, следует иметь в виду особенности его формирования. С ростом и совершенствованием техники сумма ежегодной амортизации также возрастает, увеличивается ее доля в себестоимости продукции. Но поскольку увеличивается и выпуск продукции, изготовленной на более производительном оборудовании, то сумма амортизации в себестоимости единицы изделия обычно уменьшается. Экономия на амортизации ощутима при перевыполнении планов продаж продукции при постоянной величине основных производственных фондов. В период бурного технического прогресса на предприятиях доля амортизации в себестоимости растет, но этот рост происходит при снижении себестоимости в целом.

Важнейшим обобщающим показателем эффективности использования основных производственных фондов является фондоотдача (определяется отношением стоимости объема выпуска или продаж продукции к среднегодовой стоимости основных производственных фондов). Наряду с фондоотдачей в практике экономического анализа вычисляют и обратную величину – фондоемкость. На размер фондоотдачи (или фондоемкости) влияют различные факторы. Профессор Л. И. Кравченко и его соавторы выделяют следующие основные группы факторов изменения фондоотдачи:

- интенсивные (повышение производительности оборудования; внедрение новой, более эффективной техники; использование прогрессивной технологии; улучшение организации и управления производством; модернизация действующего оборудования; сокращение целосменных простоев; повышение коэффициента сменности; сокращение нормативного времени планово-предупредительного ремонта и повышение его качества и др.);

- экстенсивные (изменение количества единиц работающего технологического оборудования);

- структурные (изменение структуры продукции; изменение структуры основных средств);

- социальные (повышение квалификации и уровня образования рабочих; улучшение производственной санитарии; улучшение организации труда и др.);

- территориальные (изменение состава и стоимости основных фондов в зависимости от природно-климатических условий).

К системе взаимосвязанных показателей, непосредственно характеризующих эффективность использования основных производственных средств и производственных мощностей предприятий, также относятся:

1) коэффициент использования оборудования по времени (коэффициент экстенсивной нагрузки ($K_{экс}$)):

$$K_{экс} = T_{ф} : T_{н},$$

где $T_{ф}$ – количество фактически отработанных машино-часов; $T_{н}$ – максимально возможное время работы оборудования за соответствующий период;

2) коэффициент использования оборудования по мощности (коэффициент интенсивной нагрузки ($K_{инт}$)):

$$K_{инт} = M_{ф} : M_{н},$$

где $M_{ф}$ – фактическая производительность оборудования; $M_{н}$ – максимально возможная производительность оборудования;

3) коэффициент общего использования по времени и мощности (коэффициент интегральной нагрузки ($K_{и}$)):

$K_i = K_{\text{экс}} \cdot K_{\text{инт}}$.

K числу показателей экстенсивного использования относится и коэффициент сменности, равный среднему числу смен, в течение которых загружена каждая единица оборудования.

Для характеристики использования пассивной части основных производственных фондов рассчитывают показатель объема выпуска (продаж) продукции на 1 кв. м производственной площади.

Наиболее обобщающим показателем эффективности использования основных производственных средств является фондорентабельность (отношение суммы прибыли к среднегодовой стоимости основных производственных средств).

При оценке экономической эффективности использования основных производственных фондов профессор А. Д. Шерemet рекомендует сделать следующие расчеты.

Расчет 1. Определить динамику качественных показателей использования основных производственных средств: фондоотдачи, фондоемкости, амортизациоотдачи и амортизациоёмкости.

Расчет 2. Определить прирост средств труда на 1% прироста продукции (коэффициент соотношения темпов прироста основных средств и продукции).

Расчет 3. Определить относительное отклонение в основных производственных средствах (относительно приращения продукции):

$$\Delta ОПФ = ОПФ_1 - ОПФ_0 \cdot I_v,$$

где I_v – индекс (коэффициент темпа роста) объема выпуска (продаж) продукции.

Расчет 4. Определить влияние экстенсивности (величины основных производственных средств) и интенсивности в использовании основных средств (фондоотдачи) на приращение продукции.

Расчет выполняется любым способом факторного анализа.

Расчет 5. Определить влияние изменения фондоотдачи на приращение прибыли:

$$\Delta ПР = ПР_0 \cdot I_{\Phi O} - ПР_0,$$

где $ПР_0$ – прибыль базового (первого) года; $I_{\Phi O}$ – коэффициент роста (приращения) фондоотдачи.

Расчет 6. Определить влияние фондоемкости на приращение рентабельности активов. Искомую формулу, в которой присутствует показатель фондоемкости, дает моделирование формулы рентабельности активов:

$$R_{пк} = ПР : ПК = ПР : (ОПФ + ОА) = \\ = (ПР : РП) : [(ОПФ + ОА) : РП] = R_{пр} : (\Phi_e + K_3),$$

где $R_{пк}$ – рентабельность производственных активов; $ПК$ – среднегодовая стоимость производственных активов; $R_{пр}$ – рентабельность продаж; Φ_e – фондоемкость; K_3 – коэффициент закрепления оборотных средств.

Расчет влияния факторов можно провести способом цепных подстановок.

Анализ использования материальных ресурсов. Рациональное использование материальных ресурсов – один из важнейших факторов роста продаж и снижения себестоимости продукции, а, следовательно, роста прибыли и рентабельности. В решении задачи повышения эффективности использования материальных ресурсов большая роль принадлежит систематически проводимому анализу.

Экономическая эффективность использования (потребления) материальных ресурсов (предметов труда) характеризуется такими показателями, как материалоотдача (отношение

стоимости объема выпуска или продаж продукции к величине затрат материальных ресурсов), материалоемкость (показатель, обратный материалоотдаче).

Основным показателем эффективности использования материальных ресурсов является общая материалоемкость продукции. На изменение уровня материалоемкости оказывают влияние многие факторы. В первую очередь материалоемкость зависит от объема продукции и общей суммы материальных затрат. В свою очередь сумма материальных затрат зависит от количества произведенной продукции, ее структуры, расхода сырья и материалов на единицу продукции, стоимости сырья и материалов. Изменение расхода сырья и материалов определяется техническими (внедрение новой прогрессивной технологии, механизация и автоматизация производственных процессов, совершенствование применяемой техники и др.) и организационными факторами (совершенствование системы материально-технического обеспечения, внедрение передовых форм организации производства и др.).

Частными показателями материалоемкости являются сырьеемкость, топливоемкость, энергоемкость, которые определяются как отношение стоимости соответственно сырья и материалов, топлива, энергии к объему выпуска (продаж) продукции.

При оценке экономической эффективности использования материальных ресурсов рекомендуется выполнить следующие расчеты.

Расчет 1. Определить динамику качественных показателей использования материальных ресурсов: материалоотдачи и материалоемкости.

Расчет 2. Определить прирост материальных затрат на 1% прироста продукции.

Расчет 3. Определить относительное отклонение в затратах материальных ресурсов с учетом приращения продукции:

$$\Delta MЗ = MЗ_1 - MЗ_0 \cdot I_v.$$

Расчет 4. Определить влияние экстенсивности (величины затрат материальных ресурсов) и интенсивности использования материальных ресурсов (материалоотдачи) на приращение продукции.

Расчет 5. Определить влияние интенсивности использования материальных ресурсов на приращение рентабельности продукции (продаж) и активов.

Моделирование формулы рентабельности продукции (продаж) дает конечную факторную систему, в которой присутствует фактор материалоемкости:

$$R_{пр} = ПР : РП = (РП - З) : РП =$$

$$[РП - (ФЗП + МЗ + А)] : РП = 1 - (Зе + Ме + Ae).$$

Пятифакторная модель рентабельности активов позволяет определить влияние материалоемкости на приращение рентабельности активов:

$$R_{пк} = ПР : ПК = (РП - З) : (ОПФ + ОА) =$$

$$= [РП - (ФЗП + МЗ + А)] : (ОПФ + ОА) = [РП - (ФЗП + МЗ + А)] : РП : [(ОПФ + ОА) : РП] = [1 - (Зе + Ме + Ae)] : (Фе + Кз).$$

Расчет влияния факторов можно провести способом цепных подстановок.

Анализ использования труда и его оплаты. Обобщенную характеристику эффективности использования трудовых ресурсов дает производительность труда, которая характеризуется системой показателей:

- среднегодовая выработка на одного работающего (работника);
- среднегодовая, среднедневная и среднечасовая выработка на одного рабочего.

На некоторых предприятиях с учетом специфики их деятельности могут применяться и другие показатели, например, средняя выработка в натуральных единицах измерения по отдельным видам продукции, трудоемкость в человеко-часах или человеко-днях и др.

Профессор Л. И. Кравченко с соавторами предлагают дополнительно к перечисленным показателям рассчитывать показатель финансовой производительности, который рассчитывается как отношение прибыли к среднесписочной численности работающих (рабочих).

Каждый из перечисленных показателей эффективности использования трудовых ресурсов имеет свое назначение. Их комплексное применение позволяет глубже анализировать работу предприятия и его структурных подразделений. При этом важно обеспечить экономическое обоснованное сочетание натуральных и стоимостных показателей, измерителей затрат и результатов труда.

Обобщающим показателем производительности труда является средняя выработка на одного работающего. Средняя выработка изменяется под влиянием многих факторов. Так, факторами первого порядка являются среднегодовая выработка одного рабочего и удельный вес рабочих в общей численности промышленно-производственного персонала. В свою очередь, среднегодовая выработка одного рабочего изменяется под воздействием среднечасовой выработки, количества отработанных дней одним рабочим и продолжительности рабочего дня.

Углубление анализа предполагает изучение факторов изменения среднечасовой выработки за счет повышения технического уровня производства, совершенствования его организации, снижения затрат рабочего времени, изменения структуры продукции.

Поскольку одним из факторов роста производительности труда является наиболее полное и рациональное использование рабочего времени, устранение простоев и непроизводительных затрат труда, то целесообразно провести анализ использования рабочего времени.

Обобщающим показателем данного блока является также общий фонд заработной платы с начислениями. Экономическая эффективность использования (потребления) труда характеризуется долей оплаты труда в стоимости продукции.

При оценке экономической эффективности использования труда и его оплаты рекомендуется сделать следующие расчеты.

Расчет 1. Определить динамику качественных показателей использования трудовых ресурсов. Расчет производительности труда выполняется в двух вариантах:

- а) на одного работника;
- б) на один руб. оплаты труда.

Расчет 2. Определить прирост трудовых ресурсов (численности и оплаты труда) на 1% прироста продукции.

Расчет 3. Определить относительное отклонение в затратах трудовых ресурсов с учетом приращения продукции.

1. Относительное отклонение в численности персонала:

$$\Delta Ч = Ч_1 - Ч_0 \cdot I_v,$$

где Ч – среднесписочная численность персонала.

Если полученный результат умножить на среднюю годовую заработную плату (с начислениями) одного работающего (работника) в отчетном году, то экономию (перерасход) можно выразить в стоимостном выражении.

2. Относительная экономия (перерасход) по фонду заработной платы:

$$\Delta \Phi ЗП = \Phi ЗП_1 - \Phi ЗП_0 \cdot I_v.$$

Расчет 4. Определить влияние экстенсивности и интенсивности в использовании трудовых ресурсов на приращение продукции.

Расчет 5. Определить влияние интенсивности использования трудовых ресурсов на приращение рентабельности продаж продукции и активов предприятия. Моделирование факторных моделей рентабельности продаж и рентабельности активов дает конечные системы, в которых присутствует фактор оплатоемкости продукции:

$$R_{\text{пр}} = 1 - (3e + Me + Ae); R_{\text{пк}} = [1 - (3e + Me + Ae)] : (Фe + Кз).$$

Расчет влияния факторов можно выполнить способом цепных подстановок.

2. Наименование вопроса № 2

Ресурсы и факторы производства

Для создания материальных и духовных благ и услуг необходимы ресурсы и факторы производства. Ресурсы производства - это совокупность материальных и финансовых средств, природных, социальных и духовных сил, которые могут быть использованы в процессе создания товаров, услуг и иных ценностей.

В экономической теории ресурсы принято делить на четыре группы:

1) природные - потенциально пригодные для применения в производстве естественные силы и вещества, среди которых различают "неисчерпаемые" и "исчерпаемые" (а в последних - "возобновляемые" и "невозобновляемые");

2) материальные - все созданные человеком ("рукотворные") средства производства, которые сами являются результатом производства;

3) трудовые - население в трудоспособном возрасте, которое в "ресурсном" аспекте обычно оценивают по трем параметрам: социально-демографическому, профессионально-квалификационному и культурно-образовательному;

4) финансовые - денежные средства, которые общество в состоянии выделить на организацию производства.

Значимость отдельных видов ресурсов изменялась по мере перехода от доиндустриальной к индустриальной, и от нее - к постиндустриальной технологии. В доиндустриальном обществе приоритет принадлежал природным и трудовым ресурсам, в индустриальном - материальным, в постиндустриальном - интеллектуальным и информационным ресурсам.

Природные, материальные и трудовые ресурсы присущи любому производству, поэтому они получили название "базовых"; а возникшие на "рыночной" ступени финансовые ресурсы стали называться "производными".

Наряду с понятием "ресурсы производства" экономическая теория оперирует также понятием "факторы производства". В чем же их отличие?

Мы отмечали, что ресурсы это — те материальные, природные и социальные силы, которые могут быть вовлечены в производство. Факторы производства — это экономическая категория, обозначающая ресурсы уже реально вовлеченные в процесс производства. Следовательно, "ресурсы производства" - понятие более широкое, чем "факторы производства". Иными словами, факторы производства - это производящие ресурсы.

В отличие от ресурсов, факторы становятся таковыми только в рамках взаимодействия; поэтому производство всегда есть взаимодействующее единство его факторов.

В экономической теории существует несколько классификаций факторов (рис. 4.2.), например, марксистская теория в качестве факторов производства выделяет личный (рабочую силу) и вещественный (средства труда и предметы труда) факторы. Современная экономическая наука определяет три основных фактора производства:

"земля" - как фактор производства имеет тройное значение: в широком смысле она означает все используемые в производственном процессе естественные ресурсы; в ряде отраслей (аграрной, добывающей, рыбной) "земля" есть объект хозяйствования, когда она

одновременно выступает и "предметом труда", и "средством труда"; в пределах всей экономики "земля" может выступить как объект собственности (в этом случае ее собственник непосредственного участия в процессе производства может не принимать, - он участвует опосредованно, предоставлением "своей" земли);

2) "капитал" - так называют материальные и финансовые ресурсы в системе факторов производства: денежные активы, акции, оборудование, здания, транспорт и средства связи, сырье и т.д.;

3) "труд" выступает как любая физическая и интеллектуальная деятельность человека, направленная на изготовление благ и оказания услуг. Совокупность способностей личности, обусловленная образованием, профессиональным обучением, навыками здоровьем, представляет собой человеческий капитал. Это та часть общества, которая непосредственно занята в процессе производства (иногда используют и такой термин, как "экономически активное население", который охватывает только трудоспособных, занятых в производстве).

Доходность всех факторов означает, что все их собственники выступают независимыми и равноправными партнерами. Более того, можно даже говорить о своеобразной экономической справедливости, ибо доходы каждого участника производства соответствуют вкладу принадлежащего ему фактора в создание совокупного дохода.

Следует отметить, что, рассмотрев производство как взаимодействие трех основных его факторов, мы дали технологическую характеристику производства. Но поскольку каждый фактор представлен его собственником, то производство приобретает общественный характер, становится социальным процессом. Производство превращается в результат производственных отношений между собственниками факторов производства. А так как в роли собственников могут выступать и индивиды, и их группы, и социальные институты, то производство представлено взаимоотношением различных экономических субъектов (или разных форм собственности - индивидуальной, коллективной, государственной).

Как мы уже говорили, не всякий собственник фактора производства непременно должен принимать непосредственное участие в производстве. Однако это - привилегия собственников лишь отчуждаемых факторов производства - "земли" и "капитала". Способность же к труду передать невозможно. Поэтому тот, кто представляет только фактор "труд", должен всегда принимать непосредственное участие в производстве. Следовательно, его статус как "наемного работника" объективен, что, впрочем, не мешает ему иметь собственность на другие факторы производства (к примеру приобрести акции, недвижимость и т.п.).

В современных условиях в качестве факторов производства, кроме трех основных, также выделяют предпринимательские способности, науку, информацию и другие.

Предпринимательские способности — это особый вид человеческих ресурсов, связанный с инициативной деятельностью по соединению ресурсов земли, капитала и труда в единый процесс производства товара или услуги; принятием основных решений в процессе ведения бизнеса; риском, новаторством, вводом новых продуктов, производственных технологий и новых форм организации производства.

Наука как фактор производства представляет собой сферу человеческой деятельности, функцией которой является выработка и систематизация объективных знаний о действительности. Особенности этого фактора производства заключаются в том, что наука:

в качестве элемента производительных сил становится участником производства; оказывает воздействие на уровень эффективности производства; влияет на процесс подготовки высококвалифицированной рабочей силы; определяет уровень технологии и организации производства; превращается в непосредственную производительную силу.

Информация как фактор производства обеспечивает систематизацию знаний, материализованных в систему механизмов, машин, оборудования, моделей менеджмента и маркетинга.

Все большее значение в современном производстве приобретает экологический фактор, который выступает либо в качестве импульса экономического роста, либо как ограничитель его возможностей в связи с отрицательным воздействием на природную среду.

Некоторые экономисты выделяют как особый экономический ресурс время. Люди в своей производственно-экономической деятельности располагают ограниченным количеством этого невоспроизводимого ресурса.

Большое влияние на эффективное использование ресурсов оказывает технология производства, представляющая собой конкретные способы обработки предметов труда, определенный порядок производственных процессов, а также организация производства, обеспечивающая слаженность функционирования всех его ресурсов. Управляемая организации производства, труда и управления называется менеджментом, который в экономической литературе XX в. считают фактором производства.

Особую роль в современной экономике играет и такой фактор, как инфраструктура — совокупность отраслей и сфер деятельности, которые создают общие условия для функционирования производства.

Все факторы производства, во-первых, неразрывно связаны и являются взаимозаменяемыми. Во-вторых, каждое благо для своего производства требует определенного набора факторов. В-третьих, любое благо может быть произведено путем использования различных факторов в разнообразных сочетаниях и пропорциях. В-четвертых, хозяйствующий субъект, организующий производство, соединяет все его факторы таким образом, чтобы получить больше продукта при возможно меньших затратах. В-пятых, организация производства обеспечивает согласованное функционирование всех факторов производства, их пропорциональное количественное соотношение, взаимозаменяемость. В-шестых, все экономические ресурсы, или факторы производства, имеются в ограниченном количестве. Это ставит перед обществом проблему их эффективного использования.

Лекция № 3

Тема: «Инжиниринг и менеджмент геосистем»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Предприятие в структуре логистического менеджмента
2. Инжиниринг организации

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Наименование вопроса № 1

Предприятие в структуре логистического менеджмента

Основное звено рыночной экономики – предпринимательская фирма, оснащённая для выполнения корпоративной эмиссии и достижения поставленных задач мощным хозяйственным, механизмом, базирующимся на достижениях маркетинга и менеджмента, а также логистики. Весь комплекс организационно-хозяйственной деятельности предприятия строится исходя из указанного целеполагания, так как такой подход и определяет её успех в конкурентной борьбе. Конкурентное преимущество предприятия определяется организацией

всей системы создания ценности как логистической системы, включающей связи и управление ими со всеми её субъектами и охватывающей все сферы деятельности предприятия. Данная концепция позволяет определить и сформулировать не только источники и типы конкурентного преимущества фирмы, но и роль конкуренции в его достижении, как определяющую конкретную логистическую структуру цепочки и всей системы создания ценности. В современной экономике представляют достаточно сложную систему взаимодействия человека, фирмы, общества и природы. Каждая из связей этой системы является предметом изучения самостоятельной общественно-экономической дисциплины (связь «человек-фирма» рассматривается в рамках менеджмента). Но в этой схеме имеется особая сфера, являющаяся предметом изучения отдельной науки – логистики: «совокупности материальных, транспортных, финансовых, денежных, трудовых, информационных и прочих потоков, посредством которых осуществляется взаимодействие между субъектами системы».

В связи с достаточно интенсивным развитием логистики и соответствующим развитием системы профессионального бизнес-образования, являющегося частью инфраструктуры управления, можно наблюдать повышение интереса к такому логистическому подходу как Логистический менеджмент. «Логистический менеджмент трактуется в двух смыслах:

- Во-первых, как совокупность средств и форм управления снабжением, производством и сбытом для достижения стратегических, тактических и оперативных целей и задач фирмы;
- Во-вторых, как инструмент управления взаимоотношениями внутри персонала фирмы с внешними партнёрами по бизнесу и с потребителями продукции».

То есть в первом смысле логистический менеджмент на предприятии представляет собой синергию основных управленческих функций (организации, планирования, регулирования, координации, контроля, учёта и анализа) с элементарными и комплексными логистическими активностями для достижения целей формируемой логистической системы фирмы. Во втором смысле логистический менеджмент – это управленческий персонал фирмы.

Особенностью логистического менеджмента является то, что как по стратегическим так и по тактическим (оперативным) целям и задачам он связан со всеми функциональными областями менеджмента (инвестиционного, инновационного, информационного, производственного, финансового, кадрового) в процессах управления закупками материальных ресурсов, производством и сбытом готовой продукции. Логистический менеджмент в значительной степени воздействует на состояние финансово-экономического и правового обеспечения форм взаимодействия в рыночных условиях; и наоборот возникают новые требования к коммуникационному обеспечению хозяйственных связей, к рынку транспортных услуг, организации и функционированию складского хозяйства, развитию транспортных служб в посреднических организациях и на предприятиях. Основная цель логистического менеджмента состоит в адаптации производственной или торговой фирмы к запросам потребителей. Эта цель поясняется следующими подцелями:

- Гарантия оптимальности движения потока материалов и товаров, обеспечивающей надёжность поставок при минимальных затратах и рациональном использовании существующих мощностей;
- Создание системы контроля, раскрывающей нерациональные процессы и формирующей новые цели предприятия на основе сопоставления расходов и доходов (т.е. анализа затрат и результата);

- Создание функционально непротиворечивой организационной структуры предприятия.

Владение инструментарием логистического менеджмента в практике бизнеса позволяет фирмам значительно сократить материальные запасы в снабжении, производстве и сбыте, процессе их транспортировки, ускорить оборачиваемость капитала, снизить себестоимость продукции, обеспечить удовлетворение потребностей получателей в качественной продукции и услугах.

При построении современных микрологистических систем большое значение имеет определение места логистического менеджмента в общей структуре управления компанией и определение областей взаимодействия с другими сферами менеджмента. Современная система менеджмента фирмы представляет собой композицию организационной структуры управления с функционально-ориентированными сферами деятельности (финансы, инвестиции, производство, маркетинг и сбыт, инновации, персонал и т.п.), объединенными стратегическими, тактическими и другими целями.

С точки зрения логистики осуществление функций стратегического (тактического, оперативного) и функционального менеджмента должно способствовать продвижению логистической миссии фирмы, согласованной с маркетинговой и производственной стратегиями. Современная концепция развития фирмы и её рыночного поведения получила название стратегического управления, основой которого является и чётко структурированное, формализованное стратегическое планирование, и организация системы управления фирмой и механизма взаимодействия её отдельных звеньев таким образом, чтобы обеспечить как разработку долгосрочной стратегии конкурентной борьбы, так и создание этой стратегии в текущие производственно-хозяйственные планы, подлежащие конкретной реализации. Концепция стратегического управления стала достаточно востребованной спецификой хода экономического развития. Ранее традиционный подход предусматривал конкретную изначальную заданность и неизменность целей и задач фирмы, соответственно стабильность и необходимость выполнения этих целей и задач в течение определенного периода. Главным критерием успеха фирмы по такому направлению был непрерывный рост производства, при этом основные резервы носили внутрипроизводственный характер. Это превращало фирму в закрытую систему и способствовало кризису управляемости хозяйственных систем, и ограничивало возможности их развития. Стратегический же менеджмент рассматривает фирму как открытую систему, ориентируется на поиск резервов повышения конкурентоспособности не только внутри фирмы, но и вне организации. Т.е. экономический успех связывается с успешностью адаптации фирмы к динамичному изменению экономической, социальной, правовой, политической, научно-технической внешней среды.

В современной теории и практике менеджмента есть концепция «самообучающейся (саморегулирующейся) организации», согласно которой фирма, которая стремится сохранить свою конкурентоспособность в долгосрочном плане, должна своевременно и адекватно реагировать на изменения внешней среды. Модель организации как «открытой системы» подразумевает равновесие между организацией и её внешним окружением. А так как внешняя среда постоянно меняется, организация вынуждена наблюдать за этими изменениями и вовремя на них реагировать. Организационные изменения предпринимательской структуры в условиях динамичного внешнего окружения являются сложным процессом, требующим учёта многих внутренних и внешних факторов. Одним из подходов к управлению сложными изменениями на корпоративном уровне является «организационное развитие». «Организационное развитие - это всеобъемлющая, последовательная и многоуровневая стратегия, нацеленная на средне- и долгосрочные перспективы и использующая различные методы, в том числе:

- Методы поведенческих наук;
- Рациональные и интуитивные методы;
- Ориентацию больше на процесс, чем на цель;
- Подходы, основанные на максимальном участии персонала развивающейся

корпорации».

Организационное развитие ориентировано на среднесрочные и долгосрочные перспективы, использует выводы и методы поведенческих наук, направлено на процесс изменения, на активное вовлечение персонала в процесс, при этом применяются разнообразные методы. Организационное развитие базируется на концепции «трёх стояний»: будущее состояние (цель организации), настоящее состояние (реальное положение организации) и переходное состояние.

Одним из центральных направлений организационного развития является организационный инжиниринг, и отдельно выделяется его подразделение реинжиниринг бизнес-процессов.

2. Наименование вопроса № 2

Инжиниринг организации

В составе «организационного развития», как правило, выделяют направление, ориентированное на рациональные подходы к организационной проблематике. Это направление – организационный инжиниринг. «Инжиниринг в традиционном понимании – это инженерно-консультационные услуги, связанные с подготовкой производственного процесса, или услуги по обеспечению нормального хода процесса производства и реализации продукции».

Инжиниринговые услуги оказываются специализированными инженерно-консультационными фирмами, а из-за большого разнообразия работ и услуг, которые относятся к инжиниринговым, эти фирмы могут специализироваться по разным направлениям. Выделяют несколько основных видов инжиниринговых фирм:

- инженерно-консультационные, оказывающие услуги без последующих поставок оборудования;
- инженерно-строительные, которые предоставляют весь комплекс услуг, связанных с созданием промышленных и других объектов на условиях «под ключ»;
- консультационные – представляют услуги по управлению предприятиями, компьютерными технологиями, организации производства, сбыта, финансов;
- инженерно-исследовательские, специализация на разработки технологических процессов и технологий производства новых материалов.

Чтобы успешно функционировать в современных условиях, фирма должна адаптироваться и постоянно приспосабливаться к изменяющемуся окружению. Для этого и необходим инжиниринг бизнеса. Компания должна быть организована таким образом, чтобы находить и выявлять постоянные изменения во внешнем мире. «Компания не может быть стабильной, она должна изменяться постоянно, чтобы удовлетворять запросы потребителей, не уступать сопернику в условиях жесткой конкуренции, усовершенствовать свои внутренние процессы, развивать диапазон предлагаемых товаров и услуг и ставить перед персоналом реальные цели, предоставляя для их достижения творческую свободу действия в рамках некоторого "остова", обеспечивающего фокусирование внимания на тех бизнес-процессах, которые ориентированы на клиентов».

Некоторые фирмы могут использовать комплексный инжиниринг, т.е. совокупность услуг и поставок, необходимых для строительства промышленного предприятия или объекта инфраструктуры. Комплексный инжиниринг можно разделить на:

- консультационный инжиниринг, т.е. проектирование объекта, разработка планов строительства и контроля за проведением работ;
- технологический инжиниринг, т.е. предоставление заказчику технологий, которые могут быть необходимы для строительства объекта и его эксплуатации;
- строительный, или общий, инжиниринг, т.е. проектирование, поставки оборудования, монтаж.

Инжиниринг бизнеса направлен на организацию коммерческого предпринимательства на конкурентоспособной основе. Для более полного изучения данного направления необходимо отметить основные требования, предъявляемые к организационному инжинирингу:

1. использование системного подхода. Необходимо учитывать все факторы внешней и внутренней среды бизнес системы и их взаимосвязи; то есть организационный инжиниринг основан на системном подходе к управлению, при котором компания рассматривается как целевая открытая социально-экономическая система, которая взаимодействует с внешней средой как с более широкой надсистемой, определяющей миссию компании. Именно на этапе разработки миссии определяется предназначение компании по удовлетворению социально-значимых потребностей рынка, что позволяет сформировать бизнес-потенциал компании - набор видов коммерческой деятельности, направленный на удовлетворение указанных потребностей. При этом, одновременно выясняется потребность и предмет партнерских отношений для обеспечения качественного обслуживания Заказчиков на всех этапах жизненного цикла продукта.

2. функционально-структурный подход к анализу и синтезу бизнес-системы;

3. рациональность. Нужно использовать рациональные методы анализа, синтеза, оценки и принятия решений;

4. модульность (наличие стандартных модулей, технологий, процедур)

Т.е. целью организационного инжиниринга является выделение и типизация основных компонентов фирмы и их подготовка для достижения поставленной цели. Выделяют следующие ключевые компоненты организации:

- структура (функциональная, организационная, финансовая, юридическая);
- бизнес-процессы, т.е. способ реализации функций системы;
- системы менеджмента – механизмы регулирования бизнес-процессов в организации и методы взаимодействия структурных элементов.

М. Хаммер и Дж. Чампи, основоположники современного подхода к реорганизации корпораций, выделяют взаимосвязь между организационными компонентами, цикл организационного инжиниринга.

Организационный инжиниринг в условиях интегрированной предпринимательской структуры является достаточно трудоёмким процессом из-за специфики объекта, т.е. сложности бизнес-процессов и взаимосвязей или противоречивости приоритетов, и внешнего окружения.

Рассматривая данный подход, необходимо выделить основные направления работ организационного инжиниринга:

1. Функционально-стоимостной анализ. Включает в себя расчёт реальной стоимости объекта (продукта, услуги, технологии, процесса, организации и т.д.), основываясь на анализе функций этого объекта на разных стадиях его жизненного цикла; определение затратных центров; анализ стоимостных факторов и показателей производительности бизнес-

процессов. Здесь используются методы, АБВ (планирование бюджета на основе выполняемых функций), АВС (функционально стоимостной анализ), АВМ (управление на основе АВС-информации или оперативное управление), АРР (функциональное планирование ресурсов).

2. Функционально- структурное моделирование. Включает описание бизнес-процессов в виде системы взаимосвязанных функций. Опирается на методы SADT (методология функционально-структурного анализа и проектирования сложных систем), IDEFO (Методология функционального моделирования, являющаяся составной частью SADT и позволяющая описать бизнес-процесс в виде иерархической системы взаимосвязанных функций), DFD (диаграмма потоков данных).

3. Информационное моделирование. Включает описание информационной структуры объектов, определение взаимосвязи между объектами. Используются методы IDEF1X (методология информационного моделирования, составная часть SADT, основывается на концепции «сущность-связь»), ERD (диаграммы «сущность-связь»).

4. Анализ организации бизнеса. Это направление характеризуется определением миссии, дерева целей, принципов ведения бизнеса; оценкой эффективности реализации бизнес-процессов; спецификацией требований к системе информационной поддержки. Здесь используются методы BPR (перепроектирование бизнес-процессов), TQM (всеобщее управление качеством), STD (диаграммы переходов состояний), CPI (непрерывное улучшение бизнес-процессов).

Имитационное моделирование, т.е. это моделирование поведения системы в различных аспектах и условиях; анализ динамических характеристик бизнес-процессов; анализ распределения ресурсов. Используются методы CPN («раскрашенные сети Петри», методология создания динамической модели бизнес-процесса, позволяющая проанализировать характеристики выполнения процесса, которые зависят от времени и распределение ресурсов для входящих потоков структуры), STD. Таким образом, инжиниринг организации представляет собой множество методик, используемых для проектирования бизнеса, удовлетворяющего заданным целям компании.

Целесообразно отметить основные фазы и этапы организационного инжиниринга:

1. Диагностика. Во-первых: диагностика включает описание текущего состояния организации. На этом этапе можно видеть использование комплексный информационный и функциональный анализ организации, то есть изучается взаимосвязь фирмы с окружающей средой, оценивается результативность деятельности (качественные и количественные показатели), анализируются состав, качество и выполнение функций и операций, происходит оценка структуры предприятия и рассматриваются различного рода потоки (материальные, финансовые, информационные), которые затрагивает эта деятельность. Во-вторых: определяются иерархия и приоритетность целей реорганизации, при этом должны быть сформированы и учтены ограничения по каждой из целей. В-третьих: формируются и оцениваются качественные и количественные критерии достижения целей, а также разработка способов контроля.

2. Проектирование. В рамках данной фазы сначала вырабатываются функционально-структурные и информационные модели организации бизнес процессов, и проектируются варианты оргструктуры. Затем моделируются различные варианты организационной модели по всем её компонентам, и прогнозируется реакция персонала на каждую из моделей. После чего эти варианты оцениваются выбранным ранее ограничениям и критериям. После анализируются Факторы внешней и внутренней среды организации, влияющих на разработку и выбор стратегии.

3. Реализация. Во-первых: осуществляется реорганизация и другие запланированные мероприятия, то есть привлекаются необходимые ресурсы, обеспечивается

вовлечение персонала в процесс, координируются действия участников процесса. Во-вторых: происходит контроль и оценка результатов деятельности, сопоставление фактических и ожидаемых значений критериев преследуемых целей, а также выявляются причины расхождения результатов и вырабатываются корректирующие мероприятия.

То есть инжиниринг можно рассматривать как действенный метод современного менеджмента, обеспечивающий стабильный мониторинг изменений внешней среды и преобразование с их учетом бизнес-процессов, а также создание новых моделей организации бизнеса.

Моделирование последнего позволяет не на уровне описания, а на модельном уровне представить такие ключевые моменты как рыночная структура предприятия, состояние его финансов, технологии, организационной структуры. Модели способны качественно и достоверно свидетельствовать как о текущем положении компании, так и его перспективе.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

Тема: «Проектирование и разработка промышленных продуктов»

2.1.1 Цель работы: Определение норматива санитарно-защитной зоны в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха технологическими выбросами

2.1.2 Задачи работы:

1. Расчёт возможного загрязнения атмосферного воздуха технологическими выбросами;
2. Определение норматива санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха технологическими выбросами;
3. Ознакомление с методикой графического определения норматива СЗЗ.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая.
2. Тетрадь.
3. Калькулятор.

2.1.4 Описание (ход) работы:

Согласно заданному варианту определите изменение концентрации вредных веществ в зависимости от расстояния от источника выброса вредных веществ. Расчет необходимо выполнить для семи точек: $x=0$; $x=50$; $x=100$; $x=150$; $x=200$; $x=250$; $x=300$.

Постройте график зависимости $C+C_{\phi} = \phi(x)$. На графике проведите линию, параллельную оси абсцисс со значением ПДК_{с.с.}. Определите по графику, на каком расстоянии концентрация веществ уменьшается до значения ПДК_{с.с.}, для этого найдите точку пересечения графика с прямой ПДК_{с.с.} (в случае необходимости сделайте экстраполяцию графика).

Определите возможность расположения жилых домов на границе санитарной зоны размеров 1000 м.

Согласно расчетным формулам определите, на каком расстоянии от источника выброса можно строить жилые дома, используя необходимое условие: $C+C_{\phi} = \text{ПДК}_{с.с.}$.

Резюмируйте результаты работы. Сделайте необходимые заключения.

Исходные данные:

Вариант №	Вид источника	Габариты здания			Характеристика выброса		
		L, м	B, м	H _{зд} , м	Вредное вещество	m, мг/с	C _ф , мг/м ³
1	точечный	46	20	10	(CH ₃) ₂ CO	300	0
2	линейный	20	15	12	(CH ₃) ₂ CO	200	2
3	точечный	15	10	9	(CH ₃) ₂ CO	150	5
4	линейный	18	12	14	(CH ₃) ₂ CO	250	3
5	точечный	16	14	12	(CH ₃) ₂ CO	170	4
6	линейный	30	16	11	(CH ₃) ₂ CO	150	8
7	точечный	25	11	8	(CH ₃) ₂ CO	250	9
8	линейный	32	18	12	(CH ₃) ₂ CO	100	8
9	точечный	10	14	14	(CH ₃) ₂ CO	180	6
10	линейный	40	16	12	(CH ₃) ₂ CO	220	4
11	точечный	19	18	13	(CH ₃) ₂ CO	260	5
12	точечный	36	13	16	(CH ₃) ₂ CO	230	1

1. Определим, к какому типу относится промышленное задание: узкому или широкому. Для этого найдем отношение ширины здания к его высоте: $\frac{B}{H_{зд}} = \frac{20}{10} = 2$. Полученное значение меньше 2,5, следовательно, задание относится к узким, т.к. выполняется условие для данного типа задания $B < 2,5H_{зд}$. Таким образом, расчеты ведем по формулам:

$$\text{при } 0 \leq x \leq 60 \text{ м} \\ C = \frac{1,3mK}{V} \left[\frac{0,6}{H_{зд}L} + \frac{42S_1}{(1,4L+B+x)^2} \right] \quad (1)$$

при $x > 60 \text{ м}$ или $x > 6H_{зд}$

$$C = \frac{55mKS_1}{V(1,4L+B+x)^2} \quad (2)$$

Произведем вычисления и определим концентрацию вредного вещества в заданных точках:

$$C_1 = \frac{1,3 \times 300 \times 1}{1} \times \left[\frac{0,6}{10 \times 46} + \frac{42 \times 1}{(0,4 \times 46 + 20)^2} \right] = 2,81 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_2 = \frac{1,3 \times 300 \times 1}{1} \times \left[\frac{0,6}{10 \times 46} + \frac{42 \times 1}{(0,4 \times 46 + 20 + 50)^2} \right] = 1,4 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_3 = \frac{55 \times 300 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 100)^2} = 0,485 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_4 = \frac{55 \times 300 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 150)^2} = 0,3 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_5 = \frac{55 \times 300 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 200)^2} = 0,204 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_6 = \frac{55 \times 300 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 250)^2} = 0,148 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_7 = \frac{55 \times 300 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 300)^2} = 0,112 \text{ мг/м}^3;$$

Результаты работы сведем в таблицу, прибавив фоновую концентрацию.

x, м	(C+Cф), мг/м ³
0	2,81
50	1,4
100	0,485
150	0,3
200	0,204
250	0,148
300	0,112
ПДКс.с.	0,35

2. Построим график зависимости $(C+Cф) = f(x)$.

Найдем точку пересечения линии графика с прямой ПДКс.с., получается примерно 133м.

3. Определим возможность расположения жилых домов на границе санитарной зоны размером 1000м. $x=1000$ м, расчет ведем по формуле:

$$C = \frac{55 \text{ мг/кг}}{V(1,4L+B+x)^2} = \frac{55 \times 200 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + 1000)^2} = 0,014 \text{ мг/м}^3,$$

$$C+Cф = 0,014 + 0 = 0,014 < \text{ПДКс.с.}$$

Следовательно, жилые дома можно строить на границ санитарной зоны размером 1000м, что подтверждается и данными построенного графика.

4. Определим, на каком расстоянии от источника выброса можно строить жилые дома, подставив в уравнение $C+Cф = \text{ПДКс.с}$ выражение C и значение Cф и ПДКс.с, получим:

$$C = \frac{55 \text{ мг/кг}}{V(1,4L+B+x)^2} + 0 = 0,35.$$

Решаем данное уравнение и находим x:

$$\frac{55 \times 200 \times 1 \times 1}{1 \times (1,4 \times 46 + 20 + x)^2} + 0 = 0,35.$$

$X = 133 \text{ м}$.

Жилые дома можно строить на расстоянии примерно 133 м.

Выводы:

1. Мы определили изменение концентрации вредного вещества в зависимости от расстояния от источника выброса и подтвердили, что она уменьшается.
2. При помощи графического построения мы определим норматив СЗЗ для данного предприятия, и он составляет 290 м.
3. Расчет по исходным формулам мы подтвердили, что на расстоянии 1000 м от предприятия можно строить жилые дома, так как концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе ниже ПДКс.с.
4. Определили, что на расстоянии м от предприятия можно строить жилые дома, т.е. норматив СЗЗ составляет м, что корректирует с графическими данными (290 м).

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Производственный процесс: проектирование и эксплуатация»

2.2.1 Цель работы:

расчет платы за выброс загрязняющих веществ передвижными источниками

2.2.2 Задачи работы:

1. Подсчет количества передвижных источников
2. расчет платы за выброс загрязняющих веществ передвижными источниками

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая.
2. Тетрадь.
3. Калькулятор.

2.2.4 Описание (ход) работы:

В настоящее время одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспортные средства (АТС). На любом предприятии, в том числе и на объектах энергетики, имеется автопарк который загрязняет атмосферный воздух.

В основу методики расчета выбросов вредных веществ автомобильным транспортом заложен нормируемый удельный выброс по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые) и классов (по грузоподъемности, габаритным размерам для автобусов, по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей) для каждого типа двигателя (бензиновый, дизельный). При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от ряда наиболее существенных факторов. В результате, в общем виде, расчет массы вредных выбросов, поступающих в атмосферный воздух от АТС средств, производится по формуле:

$$M_i = \sum_i \sum_k \sum_g m_{ijk} \cdot L_{ikg} \cdot \sum K_{ijk}$$

где M_i - масса i -го вредного вещества (оксида углерода - CO, углеводородов - CH, оксидов азота - NO_x и др.);

j - количество групп автомобилей;
k - количество классов автомобилей в данной группе;
g - количество типов двигателей, используемых в данном классе автомобилей данной группы;

m_{ikg} - пробеговый выброс i-го вредного вещества автомобилем j-ой группы k-го класса с g-ым типом двигателя при движении, г/км;

$\sum K_{ijk}$ - произведение коэффициентов влияния факторов на выброс i-го вредного вещества автомобилем j-ой группы k-го класса с g-ым типом двигателя.

По действующей методике для отдельных групп автомобилей учитывают различные коэффициента влияния, в результате чего расчетные формулы для i-го загрязняющего вещества имеют вид:

- для легковых автомобилей k-го класса с двигателем g-го типа

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig}$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i-го вредного вещества легковыми автомобилями k-го класса (с двигателем k-го рабочего объема) с двигателями g-го типа при движении, г/км (см. табл. 1);

L_{kg} - пробег легковых автомобилей k-го класса с двигателем g-го типа, млн.км;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния легковых автомобилей.

Таблица 1

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ
легковыми автомобилями с бензиновым двигателем, г/км

Рабочий объем двигателя, л	Населенный пункт		
	СО	СН	NO _x
Менее 1,3	11,4	2,1	1,3
1,3 - 1,8	13	2,6	1,5
1,8 - 3,5	14	2,8	2,7

- для грузовых автомобилей k-го класса с двигателем g-го тип

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot k_{nig} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig} \cdot T$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i-го вредного вещества грузовыми автомобилями k-го класса (k-ой грузоподъемности) с двигателями g-го типа при движении, г/км (см.табл. 2);

L_{kg} - пробег грузовых автомобилей k-го класса с двигателями g-го типа, млн.км;

K_{nig} - коэффициент учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ грузовыми автомобилями;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния грузовых автомобилей.

Таблица 2

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, г/км

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Населенный пункт		
		СО	СН	NO _x
0,5-2,0	Б	22	3,4	2,6
2,0-5,0	Б	52,6	4,7	5,1
2,0-5,0	Д	2,8	1,1	8,2
5,0-8,0	Б	73,2	5,5	9,2
5,0-8,0	Д	3,2	1,3	11,4

- для автобусов k-го класса с двигателем g-го типа, используемым на перевозках h-го типа

$$M_{ikgh} = m_{ikg} \cdot L_{kgh} \cdot K_{hig} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig}, \text{ т}$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс I - го вредного вещества автобусом k-го класса (k-го габарита) с двигателями g-го типа при движении, г/км (см.табл.3);

L_{kgh} - пробег автобусов k-го класса с двигателями g-го типа при использовании в качестве маршрутного или на других видах перевозок, млн.км;

K_{kgh} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от вида перевозок;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами при движении по территории населенного пункта;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автобусов.

Значения коэффициентов влияния приведены в таблице 4.

Таблица 3

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами, г/км

Класс автобуса (L габаритная длина, м)	Тип двигателя	Населенный пункт		
		СО	СН	NO _x
Особо малые (L менее 5)	Б	13,5	2,9	3
Малый (6,0<L<7,5)	Б	44	3,4	6,1
Средний	Б	67,1	5	9,9
	Д	4,5	1,4	9,1
Большой (10,5<L<12)	Б	104	7,7	10,4
	Д	4,9	1,6	10
Особо большой (L>12)	Д	5	1,6	11

Таблица 4

Значения коэффициентов влияния в формуле

Группа авто транспортных средств	Тип двигател я	Коэффи циенты	Населенный пункт		
			СО	СН	NO _x
Легковые автомобили	Б	K_{rig}	0.87	0.92	0.95
		K_{tig}	1.75	1.48	1

Грузовые автомобили	Б	K_{rig}	0.89	0.85	0.79
		K_{nig}	0.68	0.87	0.67
		K_{tig}	2	1.83	1
	Д	K_{rig}	0.95	0.93	0.92
		K_{nig}	0.68	0.76	0.82
		K_{tig}	1.6	2.1	1
Автобусы	Бмп	K_{rig}	0.89	0.85	0.79
		K_{hl}	0.9	0.96	0.89
		K_{tig}	2	1.83	1
	Дмп	K_{rig}	0.95	0.93	0.92
		K_{hl}	0.89	0.92	0.93
		K_{tig}	1.6	2.1	1

Задание:

Рассчитать валовый выброс вредных веществ (оксида углерода – CO, оксидов азота – NO_x, углеводородов – CH) от автотранспорта по территории города за год. Исходные данные следующие:

- годовой пробег (в млн.км) грузовых автомобилей с бензиновым ДВС – L_x; грузовых автомобилей дизельных – L_y; автобусов бензиновых – L_z; автобусов дизельных – L_w; легковых автомобилей – L_r (значение годовых пробегов для каждого варианта расчета см. в таблице 5);

- пробеги внутри перечисленных групп автомобилей распределяются пропорционально структуре парка: легковые автомобили с рабочим объемом двигателя менее 1,3 л – 24%, 1,3-1,8 л – 65%, 1,8 л и более – 11%; грузовые с бензиновым двигателем грузоподъемностью 0,5-2,0 т – 18%, 2,0-5,0 т – 68%, 5,0-8,0 – 14%,; грузовые с дизельным двигателем грузоподъемностью 2,0-5,0 т – 80%, 5,0-8,0 т – 20%; автобусы с бензиновым двигателем, в том числе среднего класса (8,0-9,5 м) – 80%, большого класса (10,5-12,0 м) – 20%; автобусы с дизельным двигателем, в том числе среднего класса – 1%, большого класса – 44%, особо большого класса – 55%;

- пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автотранспортных средств и поправочные коэффициенты (коэффициенты влияния) задаются.

Таблица 5

Годовые пробеги АТС по территории города, млн.км

п/п	L _x	L _y	L _z	L _w	L _r
	472.41	70.59	253	0	615
	944.82	141.18	506	0	1250
	321.44	48.55	201.3	20.4	0
	567.98	75.66	276.7	25.4	0
	984.33	154.62	521.6	47.6	0
	523.55	73.84	260.1	23.9	0
	237.77	43.67	168.4	18.3	0
	485	72.34	256.8	22.7	0
	671.44	83.25	307.8	26.1	0

	338.91	50.72	230	21.1	0
--	--------	-------	-----	------	---

Результаты расчетов заносятся в итоговую таблицу 6.

Таблица 6

Форма представления результатов расчета.

Группы и классы АТС	Выброс СО		Выброс СН		Выброс NO _x		СО+СН+NO _x	
	Т	*	т		т		т	
Легковые с бензиновым ДВС рабочим объемом								
менее 1,3								
1,3-1,8								
1,8 и более								
Итого								
Грузовые с бензиновым ДВС грузоподъемностью								
0,5-2,0т								
2,0-5,0т								
5,0-8,0т								
Итого								
Грузовые с дизельными двигателями грузоподъемностью								
2,0-5,0т								
5,0-8,0т								
Итого								
Автобусы с бензиновыми ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
Итого								
Автобусы с дизельными ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
Более 12,0 м								
Итого								
Всего выбросы вредных веществ								

* - проценты берутся по отношению выброса «всего»

2.3 Лабораторная работа 3 (2часа).

Тема: «Выбор материалов»

2.3.1 Цель работы:

Проведение экспертной оценки планирования природоохранных мероприятий.

2.6.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с экспертной оценкой планирования природоохранных мероприятий
2. Произвести расчет экспертной оценки планирования природоохранных мероприятий

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая
2. Тетраль
3. Линейка

2.6.4 Описание (ход) работы:

В условиях ограниченного финансирования программ реализации природоохранных мероприятий, зачастую возникает необходимость выбора наиболее важных, приоритетных задач в области охраны окружающей среды, наиболее актуальных на данный момент времени для данного региона. Решения о приоритетности природоохранных мероприятий принимаются либо на основе объективных данных (в том числе с помощью оптимизационных методов и вероятностно – статистических моделей), либо на основе мнений специалистов (экспертов). В задачах управления природопользованием и охраны окружающей природной среды широкое применение в отечественной и зарубежной практике нашел метод экспертной оценки. Методы экспертных оценок – выработка управленческих решений в различных отраслях на основе мнения квалифицированных экспертов.

Одним из наиболее распространенных методов экспертных оценок является метод ранговой корреляции. Эксперт, получив рабочую анкету, распределяет природоохранные мероприятия по местам в соответствии со степенью их приоритетности и возможности реализации. Эксперт ставит на первое место то мероприятие, которое, по его мнению, является наиболее важным и которое должно быть осуществлено в первую очередь, присвоив ему самый высокий ранг – 1. Другим присваиваются ранги 2, 3, 4 и т.д. – по степени важности. Ранг, равный n , где n – число мероприятий в анкете, присваивается мероприятию, обладающему наименьшей природоохранной эффективностью. Необходимым условием экспертного анализа является определение согласованности мнений экспертов. Точной оценкой согласованности служит коэффициент конкордации (согласованности). Коэффициент конкордации W может изменяться от 0 до 1. $W = 1$ означает стопроцентную согласованность мнений экспертов. $W = 0$ означает, что согласованности мнений не существует.

Студенты разделяются на экспертные группы по 5–10 человек, после чего каждый учащийся, изучив предложенный преподавателем список природоохранных мероприятий, проводит их ранжирование по приоритетности и заносит свое мнение в единую таблицу (по типу таблицы № 2). Соответствующая группа экспертов на основе расчета коэффициента конкордации делает вывод о согласованности мнения экспертной группы. Если мнение экспертов является согласованным, то на основе статистического анализа строятся диаграмма рангов.

Коэффициент конкордации вычисляют следующим образом. Сначала вычисляются суммы рангов по столбцам матрицы:

$$\sum R_{ij} = R_{i1} + R_{i2} + \dots + R_{in},$$

где R_{i1} – ранг, присвоенный первым экспертом i -му мероприятию; R_{in} – ранг, присвоенный последним m -м экспертом этому же мероприятию.

Средняя по всем мероприятиям сумма рангов вычисляется по формуле

$$R_{ij} = \frac{m \cdot (n+1)}{2}$$

где m – число экспертов; n – число мероприятий.

Отклонение суммы рангов каждого столбца от средней суммы:

$$d_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} - \frac{m \cdot (n+1)}{2}$$

Далее определяется сумма квадратов отклонений:

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m R_{ij} - \frac{m \cdot (n+1)}{2} \right)^2$$

Коэффициент конкордации определяется по формуле

$$W = \frac{12 \sum d_i^2}{m^2 \cdot (n^3 - n)}$$

Затем находится статистический критерий χ^2 с $n - 1$ степенями свободы:

$$\chi^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W$$

Согласованность мнений экспертов считается достаточной в том случае, если $\chi^2 > \chi^2_{0,05}$, где $\chi^2_{0,05}$ – статистический критерий при пятипроцентном уровне значимости; напр. при $11 - 1 = 10$ степенях свободы для пятипроцентного уровня значимости $\chi^2_{0,05} = 18,31$.

По данным значений $\sum R_{ij}$ строится диаграмма рангов (рис. 1), которая показывает очередность реализации мероприятий.

Если $\chi^2 < \chi^2_{0,05}$, то коэффициент конкордации W несущественно отличается от нуля. Это означает, что согласованности мнений экспертов нет и результатами итогового ранжирования пользоваться нельзя. В этом случае делается вывод о необходимости дополнительной экспертизы с привлечением большего числа экспертов и расширения их специализации.

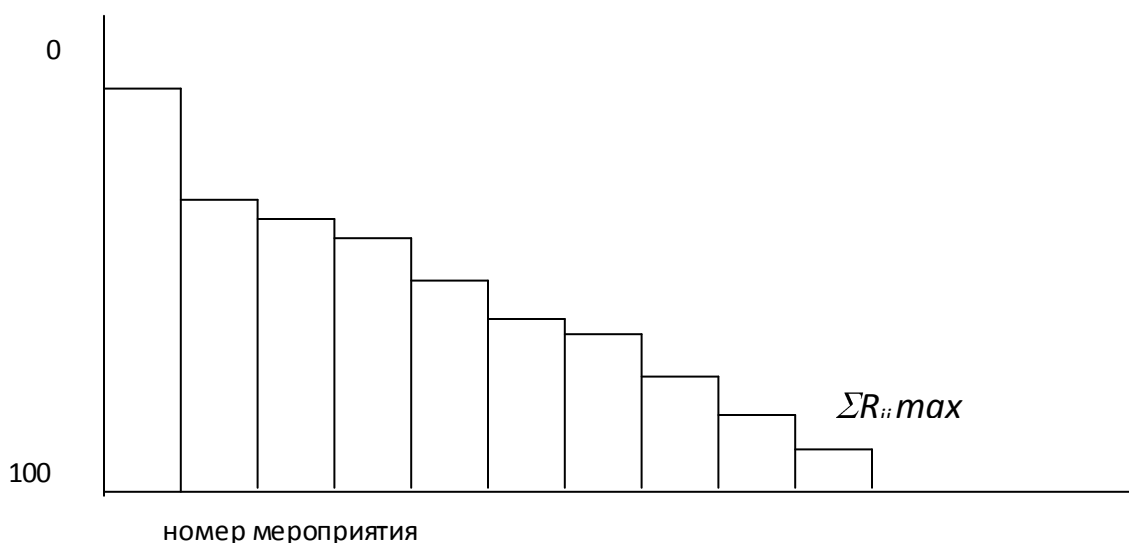


Рис. 1.
Диаграмма
рангов

3

адание

1. Провести экспертную оценку методом ранговой корреляции приоритетности реализации природоохранных мероприятий на территории Республики Татарстан, предлагаемых в таблице № 1.

2. На основе расчета коэффициента конкордации сделать вывод о согласованности экспертной группы, если мнение окажется согласованным необходимо построить диаграмму рангов.

Таблица 1

Перечень природоохранных мероприятий для первой группы экспертов

№	Наименование мероприятия
1	Рекультивация нарушенного землепользования
2	Оснащение двигателей устройствами для предотвращения вредных выбросов
3	Внедрение оборудования по очистке отходящих газов промышленных предприятий
4	Восстановление продуктивности засоленных и загрязненных земель
5	Проведение исследований состояния ресурсов подземных вод и разработка предложений по защите их от загрязнений
6	Восстановление благоприятного экологического состояния рек и водохранилищ
7	Воспроизводство плодородия почвы
8	Реконструкция средств очистки и обеззараживания сточных вод
9	Реализация предложений по рациональному использованию и охране лесов, растительного и животного мира
10	Внедрение водосберегающих технологий на промышленных предприятиях, в сельском и коммунальном хозяйстве

11	Меры по сохранению земли в зоне промышленных и жилых зданий
----	---

Расчет в практической работе сводится в таблицу по типу таблицы 2.

Таблица 2

Индивидуальная таблица планирования природоохранных мероприятий

Экс- перты	Номер мероприятия и присвоенный ему ранг										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
R_{ij}											
$ d_i $											
d_i^2											

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Анализ метаболизма и ресурсов»

2.4.1 Цель работы:

ознакомиться с основными понятиями, правилами, оборудованием и требованиями при отборе, подготовке проб разных объектов, материалов к анализу.

2.4.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными понятиями, правилами, оборудованием к подготовке проб разных объектов
2. Ознакомиться с требованиями при отборе, подготовке проб разных объектов и материалов.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая
2. Тетрадь

3. Калькулятор

2.4.4 Описание (ход) работы:

Проба, отбор и подготовка проб при мониторинге

Задача качественно-количественного анализа при мониторинге (физико-химическом, биологическом) состоит в определении содержания элемента, вещества, живого организма, различного объекта окружающей природнотехногенной среды. Главное требование к анализу - получение результатов, близких к истинным. Это возможно при правильном выполнении всех операций (этапов) анализа. Любое аналитическое определение включает этапы:

1) *отбор пробы;*

2) *пробоподготовка*, которая состоит из предварительной и окончательной стадии, например, стадии измельчения, усреднения, сокращения пробы и стадии вскрытия ее, разделения (очистка) и концентрирования вещества;

3) *анализ* с помощью физико-химического, биологического или другого метода (например, при химическом анализе измерение аналитического сигнала как функции содержания в пробе определяемого компонента);

4) *статистическая обработка результатов анализа.*

Комплекс операций на этапах отбора и подготовки пробы называется *опробованием*. Каждый этап несет в себе погрешности анализа. Общая (суммарная) погрешность результатов анализа равна сумме погрешностей на каждом этапе анализа.

Проба - это часть исследуемого объекта окружающей среды (воздух, вода, почва, растение, донные осадки, снеговой покров, биота и др.) или материала (полезное ископаемое, технологическое сырье, продукция и др.), взятая для анализа.

Главное свойство пробы - быть *представительной* (репрезентативной), т.е. когда составы пробы и всей партии (сырья, продукции, почвы, воды и т.д.) исследуемого объекта являются идентичными. По своему составу пробы могут быть *однородными* и *неоднородными*, что отражает равномерность распределения определяемых компонентов в объекте анализа. В случае однородного материала, такого как газы, жидкости, однородные смеси достаточно взять в любом месте партии любое количество материала и провести анализ. Большая часть объектов сильно различается по своей однородности (горные породы, полезные ископаемые, продукты и отходы разных производств, воздух, природные и сточные воды, почвы, с.-х. культуры, биологические и медицинские объекты, пища, лекарства и т.д.). Важными характеристиками пробы являются ее *размер, стабильность, стоимость*.

Соответствие составов пробы и исследуемого объекта определяет качество пробы, которое зависит от состава и гомогенности объекта, размеров объекта и пробы, выбранного метода пробоотбора, числа отобранных проб, разложения или загрязнения их, метода пробоподготовки (гомогенизация, уменьшение размера). Условия хранения и правильная маркировка проб влияют на идентичность определяемых составов. Проба должна сохранять свойства объекта, т.е. быть представительной. Поэтому от пробоотбора будет зависеть ее качественное соответствие анализируемому объекту.

По виду проба бывает:

1. *Точечная* (или разовая, единичная, частная) проба - это часть объекта, материала, которую отбирают за один прием, за одну операцию из разных точек объекта, партии, слоев в определенный момент времени. Она характеризует качество объекта, опробуемого материала в одном месте, времени или на определенном уровне.

2. *Генеральная* (или объединенная, суммарная, исходная, первичная, начальная, общая) проба - это объединение необходимого числа (n) точечных проб. Она характеризует данный объект, партию материала.

3. *Промежуточная средняя проба* - это проба, полученная из генеральной путем ее обработки методами дробления, перемешивания, сокращения.

4. *Готовая* (или средняя, сокращенная, товарная) проба - это обработанная, уменьшенная по массе генеральная проба.

5. *Лабораторная* (паспортная, сертификатная) проба - это конечная промежуточная, сокращенная генеральная, готовая проба, предназначенная в лаборатории для анализа.

6. *Контрольная* (арбитражная, архивная, резервная, дубликатная) проба - это лабораторная проба, которую хранят для повторных, контрольных анализов.

Пробоотбор - это такая процедура (операция), при которой происходит отбор достаточного количества представительной части исследуемого объекта (материала), состав и свойства которого идентичны составу и свойствам объекта как целого. Универсальных правил, одинаково пригодных для различных материалов и объектов нет. Методы отбора проб весьма разнообразны в зависимости от агрегатного состояния (газы, жидкости, твердые) материала, характера материала (кусовой, сыпучий, металлы, шлаки, технологические растворы, отходы, полужидкие материалы и др.), степени его однородности и упаковки. Методы пробоотбора зависят также от задачи анализа, которая может состоять в определении среднего содержания одного или нескольких компонентов в объеме объекта, установлении распределения компонентов в пространстве по поверхности, по глубине слоя, или во времени, например, в технологическом процессе, при выбросов газопылевых потоков в атмосферу. Регламент методики пробоотбора, т.е. конкретные операции и их количество, зависит от требований по достоверности (точности) установления состава объекта анализа, а также от вида других испытаний, от технологических, биологических и др. требований. При взятии пробы для каждого конкретного материала (воздух, вода, почвы) разработаны правила или методики отбора проб. Они включают способ отбора, вид пробоотборника, глубину его погружения, число точек отбора, размер проб и другие условия, изложенные в соответствующих ГОСТах, ТУ, РД и НД, т.е. отбор проб производится в точном соответствии с НД.

Методики отбора проб характеризуются следующими свойствами.

1. *Способ отбора* может быть - *способ квадрата*, когда объект (почва, донные осадки, руда и др.) геометрически делят на квадраты и пробы отбирают по углам квадрата, в центре его, по диагонали; *способ вычерпывания* из штабеля, отвала, когда всю поверхность материала разбивают на участки взаимно перпендикулярными линиями, а число участков определяют по числу проб. В каждой точке лопатой, совком или шупом выбирают порцию пробы на глубине 0,5-0,7 м. При отборе проб из вагонов отбирают по одной пробе из каждого вагона по схеме, где номер точки соответствует номеру вагона; *способ*

фракционного отбора, когда в пробу отбирают каждую n лопату или совок, где n - кратность отбираемой пробы, например, каждая десятая. Возможен фракционный отбор через определенные промежутки времени.; *способ аспирационный или вакуумный* заключается в протягивании (аспирации) или поступлении газа, воздуха в поглотительные системы. Любой способ отбора должен обеспечивать случайность выборки, которая позволит получить представительную пробу.

2. *Средства отбора* определяются природой объекта. Это - лопаты, бутылки, совки, разные поглотители, фильтры, батометры для отбора воды, донных осадков и т.д. Например, для отбора сыпучих материалов применяют щупы в виде металлического узкого желоба, заостренного с одного конца и имеющего рукоятку на другом конце (рис.4).

3. *Виды отбора* могут быть разовыми (периодическими, нерегулярными), систематическими (серийные, регулярные), зональными (в разных местах), сезонными (в разное время), синхронными (одновременными).

4. *Рабочий план отбора*, который характеризует условия отбора пробы и подробно излагается в протоколе (акте) отбора проб (см. в приложении) и подписывается исполнителями.

Из отобранных в необходимом количестве *точечных* проб составляют путем их усреднения *генеральную* пробу, характеризующую данный объект, партию материалов и т.д. Весьма большая по массе и неоднородная по составу генеральная проба требует предварительной подготовки пробы.

Пробоподготовка - это совокупность операций (этапов) разделки пробы для анализа. Цель разделки (пробоподготовки) - измельчить и сократить пробу до определенной массы и гранулометрического состава и в то же время сохранить в конечной пробе (*лабораторной*) содержание всех определяемых компонентов, равное содержанию их как в генеральной пробе, так и во всей партии анализируемого материала.

Методика пробоподготовки к анализу включает следующие этапы:

1. Просушивание пробы в условиях, учитывающих свойства определяемых компонентов.

2. Измельчение пробы разными методами: грохочение, дробление, встряхивание, рассеивание, растирание с помощью различного оборудования (сита, дробилки, грохота, мельницы, ступки, миксеры и др.).

3. Перемешивание пробы разными способами: ручное перелопачивание; в смесителях; способ кольца-конуса, заключающийся в переброске материала из кольца в его центр; способ перекачивания материала из одного угла в другой, например, на бумаге, ткани, брезенте; и др.

4. Сокращение пробы с помощью особых приспособлений-делителей разных конструкций, или ручным способом. Сокращение представляет собой по существу отбор пробы от пробы. Наиболее распространенным способом сокращения проб является ручной способ квартования (или квадратование), схема которого приведена на рис. 5. Пробу, насыпанную в кучу в форме конуса, расплющивают в диск равномерной толщины. Диск делят на четыре равных сектора двумя взаимно перпендикулярными диаметрами. Два противоположных сектора отбрасывают, а оставшиеся перемешивают и сокращают

по этой же схеме до необходимо количества. Этот способ применяют при подготовке почв, руды и др. объектов.

Пример акта отбора пробы

МЕЖВУЗОВСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОГАУ

АКТ

отбора проб _____ на содержание бенз(а)пирена
(объект)

1. Место отбора _____
(общая характеристика, предприятие, цех, отстойник, водоем и др.)
 2. Дата и время отбора _____
 3. НД на отбор _____
 4. Характеристика пробы _____
 5. Условия отбора _____
(характеристика окружающей среды, рельеф местности и др.)
 6. Вид пробы _____
(точечная, объединенная, смешанная)
 7. Общий объем (масса) пробы _____
 8. Глубина, условия отбора _____
 9. Пробу отобрал (исполнитель) _____
 10. _____ П
- представители предприятия, заказчиков _____
- Исполнители:
Зав. лабораторией, _____ П.П. Петров
профессор
« » 20 г.

Контрольные вопросы по защите лабораторных работ:

1. Назовите основные этапы аналитического определения.
2. Что такое опробование?
3. Что из себя представляет суммарная погрешность результатов измерения?
4. Что такое проба?
5. Назовите основные характеристики пробы.
6. Какие бывают виды проб?
7. Что такое пробоотбор?
8. Какие бывают способы отбора проб?
9. Назовите основные этапы методики отбора проб.
10. Что указывается в акте отбора проб?
11. Что такое пробоподготовка (разделка)?
12. Назовите основные этапы методики пробоподготовки.

13. Отбор проб воздуха (газы, аэрозоли, пыль).
14. Отбор проб воды.
15. Отбор проб почвы и растений

2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).

Тема: «Анализ метаболизма и ресурсов»

2.5.1 Цель работы:

ознакомиться с основными методами анализа и средствами контроля объектов и их свойств (или методами определения компонентов - элементов, веществ, объектов).

2.5.2 Задачи работы:

1. Изучить методы анализа объектов и их свойств
2. Изучить средства контроля объектов и их свойств

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая
2. Тетрадь
1. Калькулятор.

2.5.4 Описание (ход) работы:

Методы анализа и средства контроля объектов среды при экологическом мониторинге

На этапе анализа объектов среды при определении в них элементов, веществ, организмов, физических свойств тел применяются различные методы анализа (или методы определения).

Метод анализа (или метод определения) - это качественно-количественное определение (идентификация) элемента, вещества, объекта, тела по их характерным, индивидуальным физическим, химическим, физико-химическим, биологическим свойствам.

Многие свойства элементов, веществ используются для получения сигналов, по которым определяют данные компоненты. Например, атомы, вещества обладают свойством поглощать или испускать излучения с определенными, только им характерными длинами волн, по которым проводят качественно-количественный анализ. *Качественный анализ* - это идентификация данного элемента, вещества, объекта по их характерным, индивидуальным признакам. *Количественный анализ* - это определение количества элемента, вещества, объекта путем измерения величины сигнала от содержания определяемого компонента. Соотношения между составом и его свойствами устанавливают в виде калибровочного графика, по которому находят неизвестные количества.

В зависимости от определяемого свойства элемента, вещества, объекта существуют *физические, химические, физико-химические, биохимические, биологические* методы анализа. Например, к физико-химическому методу относится определение излучения элементов, молекул, а к биологическому - метод определения сероводорода в воздухе по изменению интенсивности свечения бактерий.

Физические и физико-химические методы анализа называются еще *инструментальными*, т.к. они основаны на применении инструментов, приборов, для измерений, которые называют *средствами измерений*.

Главными свойствами методов анализа, учитываемых при их выборе, являются.

1. *Чувствительность* (предел обнаружения, диапазон содержания) метода - наименьший сигнал, который может быть принят данным методом. Чувствительность метода тем выше, чем меньше то количество компонента, от которого удастся принять сигнал. Обычно выбирают метод, чувствительность которого в 10-15 раз превышает измеряемые содержания элемента, вещества. Чувствительность метода можно повысить путем концентрирования пробы. С

чувствительностью связан такой параметр как *предел обнаружения* - это наименьшая концентрация, при которой исчезает аналитический сигнал. Пределы обнаружения зависят от многих факторов (элемента и его содержания, пробоподготовки), но от метода анализа в значительной степени. Например, пределы определения веществ группы полициклических ароматических углеводородов спектрофотометрическим методом составляют порядка 10^{-5} , спектрофлуоресцентным - 10^{-7} , а низкотемпературнофлуоресцентным - 10^{-8} .

2. *Точность* метода - его способность обеспечить прямое и специфичное измерение аналитического сигнала определяемого компонента с хорошей воспроизводимостью результатов анализа.

3. *Производительность* - возможность просто, быстро, точно проводить анализ.

4. *Автоматизация* - самоуправляемость анализа.

5. *Стоимость* метода и его прибора.

К распространенным методам анализа и определения относятся следующие.

Физические (энергетические)

1. Методы измерения шума основаны на фиксировании звукового давления и преобразовании звукового колебания воздушной среды в электрический сигнал. Основные средства измерения (приборы) - реверберационная и звукомерная камера, шумомеры, микрофоны, анализаторы спектра, магнитофонная техника, радиотехническая аппаратура, акустические фильтры, которые характеризуются чувствительностью, частотной зависимостью, динамическим диапазоном, направленностью. Для измерения уровней громкости шума и сравнении с ПДУ используются шумомеры разных марок («Шум-1»; ВШВ-0,3; RFT-00014; и др.), которые включают блоки: микрофон - усилитель - корректирующие фильтры - детектор

- стрелочный индикатор. Ряд НД регламентируют методы измерения шума, например, ГОСТ 13337. «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»; ГОСТ 17187 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний» и другие.

2. Методы измерения вибрации основаны на измерении параметров

вибро-скорости, виброускорения, амплитуд, частот и фаз, перемещений с помощью виброметров, акселерометров. Виброизмерительная аппаратура включает: датчики - преобразователи - анализаторы - контрольно измерительные и сигнализирующие устройства - вибрационные стенды (механические, гидравлические, электродинамические, пьезоэлектрические и др.). Методики измерения вибрации регламентируются (ГОСТ 20844 и др.).

3. Методы измерения ИК-излучения основаны на преобразовании тепловой электромагнитной энергии фотоприемниками с чувствительными элементами в сигнал, определяемый детектором. В зависимости от способа преобразования энергии ИК-излучения приемники бывают тепловые (изменение температуры термочувствительного элемента в таких приборах как болометры, калориметры, термоэлементы), фотоэлектрические (появление электрического тока или напряжения в таких приборах как фотоприемники разных конструкций, электронно-оптические преобразователи, тепловизоры), люминесцентные (появление люминесценции). Для аэрокосмического мониторинга состояния окружающей среды широкое применение нашли тепловизоры в сочетании с аппаратурой видимого и УФ-диапазонов.

4. Методы измерения УФ-излучения основаны на регистрации УФ-квантов разными приемниками видимого и УФ света. Чаще всего это фотоматериалы на основе серебра. Широко применяются фотоэлектрические приемники, использующие явления фотоэффекта, ионизации, электронной эмиссии: фотоэлементы (ФЭ), фотоэлектронные умножители (ФЭУ), ионизационные камеры, счетчики фотонов, электронно-оптические преобразователи (ЭОП), фотоэлектрические методы регистрации оптического излучения. Методы измерения параметров ФЭУ регламентированы в ГОСТ 11612.0; ГОСТ 11612.16.

5. Методы измерения электромагнитных полей (ЭМП) основаны на измерении потока энергии электромагнитных колебаний. В зависимости от типа поля (электростатическое, магнитостатическое, переменное низких, промышленных радиочастот и др.) выбирается метод измерений и тип прибора. В области радиоизмерений используется импульсная техника с короткими по длительности импульсами. В электростатике для измерения зарядов и потенциалов проводников используются электрометры, амперметры, вольтметры, гальванометры постоянного тока и др. В магнитостатике постоянные магнитные поля измеряют приборами с датчиками Холла, микровиброметрами. Для анализа переменных сигналов используют осциллографы, частотомеры, спектроанализаторы. Для измерения электрической и магнитной составляющих ЭМП служат приборы типа ИЭМП - ПЗ-15, ПЗ-16, ПЗ-17, радар-тесторы - ГК4-14, ТК4-3А. В технике СВЧ применяют панорамные измерители коэффициента стоячей волны напряжений (КСВН).

6. Методы измерения ионизирующего излучения основаны на способности α , β - частиц и γ -квантов ионизировать молекулы газов с последующей регистрацией образующегося электрического тока. Наиболее известные приборы - газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера (для электронов и α -частиц), сцинтилляционные счетчики (для нейтронов и γ -квантов), камера Вильсона (для заряженных частиц).

7. Ядерно-физические методы (радиоизотопный, радиоактивный) предназначены для

определения радиоактивных элементов с помощью α , β , γ - спектрометрии на многоканальных спектрометрах.

8. Нейтронно-активационный метод позволяет определять тяжелые металлы путем облучения их нейтронами и последующего измерения уровней излучения. Метод чувствительный, автоматизированная аппаратура состоит из высокоэффективных детекторов, многоканальных анализаторов и регистрирующих ЭВМ.

Химические (ингредиентные, вещественные)

1. Весовой (гравиметрический) предназначен для определения массы и процентного содержания элемента, иона, вещества при помощи взвешивания на технических или аналитических весах.

2. Титриметрический (объемный) метод отличается быстротой, простотой, точностью, суть которого заключается в измерении объемов как определяемого вещества, так и используемого при определении реагента в специальных титриметрических стеклянных бюретках. Метод включает четыре группы: кислотно-основное титрование реакции нейтрализации. Точку

эквивалентности фиксируют при помощи индикатора, который меняет свою окраску в зависимости от pH среды; метод осаждения основан на образовании осадка, по которому определяют точку эквивалентности; метод окисления- восстановления использует соответствующие реакции между искомым веществом и веществом рабочего раствора. Известна иодо-, хромато-, перманганатометрия для определения катионов и ионов; методы комплексообразования определяют катионы и анионы, способные образовывать малодиссоциированные комплексы. Например, комплексон III трилон Б.

3. Тест-методы - это экспрессные, простые, дешевые, легко исполнимые приемы обнаружения и определения веществ, обычно не требующие существенной подготовки пробы, использования сложных приборов, сложного лабораторного оборудования и обученного персонала. Принцип их работы основан на использовании известных химических реакций и реагентов в условиях и в форме, обеспечивающих визуальный и легко измеряемый эффект, чаще всего - цвет и интенсивность окрашивания бумаги или длина окрашенной части индикаторной трубки. Простым примером являются всем известные бумажки для определения величины pH или трубки для выявления алкоголя в воздухе, выдыхаемом водителем. Тест-методы широко применяют в клиническом анализе, при обнаружении боевых отравляющих веществ и наркотиков, вредных веществ в воздухе рабочей зоны, в промвыбросах. Наряду с химическими тест-методами, к которым относятся и ферментные, существует большая группа иммунотестов, биотестов, основанных на применении живых организмов, их органов, тканей. Тест-методы используют обычно для предварительной оценки качества объектов среды, особенно в полевых условиях. Их точность анализа в 2-3 раз хуже, чем методов, применяемых в лаборатории, что достаточно для предварительных оценок.

Физико-химические (ингредиентные, вещественные)

1. Спектрофотометрические методы основаны на способности веществ поглощать видимую, УФ (ультрафиолетовую), ИК (инфракрасную) части спектра. Может быть метод визуальной колориметрии, когда исследуемый раствор сравнивают со стандартной шкалой.

Например, определение цветности воды по хромато-кобальтовой шкале со стандартными растворами. Точные количественные определения возможны на приборах спектрофотокориметрах (ФЭК), спектрофотометрах при помощи предварительно построенной калибровочной зависимости в координатах «оптическая плотность - концентрация».

2. Оптические люминесцентные (люминесцентный, хемилюминесцентный, криолюминесцентный), флуоресцентные, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) методы основаны на способности элементов, веществ излучать спектр разной длины волны, по интенсивности которого судят о концентрации определяемых компонентов. Измерения проводят на спектрофлуориметрах.

3. Хроматографический метод основан на предварительном разделении веществ при помощи тонкослойной, колоночной, газовой, жидкостной, газожидкостной, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ТСХ, ЖХ, ГХ, ГЖХ, ВЭЖХ) с последующей идентификацией выделенного вещества различными физико-химическими методами. Измерения проводят на специальном оборудовании - хроматографах.

4. Электрохимические (полярографический, потенциометрический, кулонометрический) методы основаны на измерение потенциала ионизации веществ, по величине которого идентифицируют вещества. Существует большой набор измерительных приборов - полярографы, кулономеры, потенциометры.

5. Атомно-абсорбционный и атомно-адсорбционные методы высокочувствительные для определения разных элементов, особенно тяжелых металлов, основаны на способности веществ излучать или поглощать свет.

6. Хромато-масс-спектрометрический метод основан на разделении веществ, разрушении их на осколки с последующей идентификацией. Отличается высокой чувствительностью, применяются при определении ПАУ, диоксинов, хлорорганических соединений, включая диоксины, биомолекул.

Биохимические, биологические

1. Ферментативные и иммунохимические методы основаны на проведении биохимических реакций, обладают высокой чувствительностью, простотой, специфичностью. Например, известен метод определения фенолов с помощью фермента пероксидазы. Иммунохимические методы основаны на получении антител на определенные высокотоксичные загрязнители.

2. Биологические методы заключаются в контроле реакции биосистемы (клетка, гидробионты, растения, животные) на определяемый компонент. Известны методы:

Биоиндикация - метод оценки абиотических и биотических факторов среды обитания при помощи биообъектов и их систем. (лат. *indicare* - указывать). Организмы, популяции или их сообщества, свойства и функции которых коррелируют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки называются биоиндикаторами или биомониторами.

Биотестирование - метод активного мониторинга среды обитания при помощи тест-объектов в искусственных, лабораторных условиях.

Тест-объекты - живые организмы или их сообщества, выделенные в лабораторные

культуры, по реакциям которых получают интегральную оценку токсичности объектов окружающей среды. Биотестирование дополняет аналитические и аппаратные методы мониторинга природной среды качественно новыми биологическими показателями, т.к. результаты определения концентрации токсикантов имеют относительную ценность. Важны не уровни загрязнения, а вызываемые ими биологические эффекты.

Экотоксикология - новый метод биологического мониторинга, направленный на установление пороговых эффектов токсического воздействия в системах «токсикант - живой организм», «доза - ответная реакция», «токсикант - экосистема» с целью проведения природоохранных мер и обеспечения экологической безопасности. Главная задача экотоксикологии - определение дозы вредного вещества, способного нанести вред живым системам.

Мониторинг биоразнообразия - система наблюдений за состоянием живых организмов (животные, растения, микроорганизмы) с целью слежения за состоянием биоты в природно-техногенных комплексах. Объектами биоразнообразия являются виды, сообщества, популяции, экосистемы, ландшафт, редкие виды и сообщества. Биоразнообразие определяется на генетическом, видовом, экосистемном уровнях для видов фоновых, индикаторных, редких. Фоновыми территориями служат особоохраняемые биосферные заповедники (БЗ).

Методы и средства контроля объектов среды

Для получения объективной информации о состоянии и об уровне загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать надёжными средствами и методами контроля. Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто повышением производительности, оперативности и регулярности измерений, увеличением масштабности охвата одновременным контролем; автоматизацией и оптимизацией технических средств контроля и самого процесса.

Средства экологического наблюдения и контроля подразделяются на контактные, неконтактные (дистанционные), биологические, а контролируемые показатели - на функциональные (продуктивность, оценка круговорота веществ и др.) и структурные (абсолютные или относительные значения физических, химических или биологических параметров - концентрация загрязняющего вещества, коэффициент суммарного загрязнения и др.).

1. Контактные методы контроля

Контактные методы контроля состояния объектов среды представлены как классическими методами химического анализа, так и современными методами инструментального анализа. Методы классифицируют на *физические* (рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрия, магнитная спектроскопия), *физико-химические* (спектральные, электрохимические, хроматографические), *химические* (гравиметрические, титриметрические).

Наиболее применяемые спектральные, хроматографические, электрохимические методы анализа объектов среды.

Спектральные методы анализа включают атомную и молекулярную спектроскопию, которые многочисленны. Из них наибольшее применение имеют - фотометрия,

люминесценция, радиоволновая спектроскопия, ИК-, УФ- спектроскопия, рентгеноспектральный, эмиссионный и др. методы анализа.

Хроматографические методы и средства измерения делятся на две группы - соответственно с подвижными фазами газ и жидкость. В качестве детекторов используются фотометрия, люминесценция, пламенно-ионизационные детекторы. К данным методам относится чувствительная хромато- масспектроскопия.

Электрохимические методы делятся на методы, основанные на протекании и без протекания электродных реакций. Это - потенциометрия, электрохимия, кулонометрия и др.

Эффективность любого метода наблюдений и контроля за состоянием объектов окружающей среды оценивается совокупностью показателей:

- селективностью и точностью определения;
- воспроизводимостью получаемых результатов;
- чувствительностью определения;
- пределами обнаружения элемента (вещества);
- экспрессностью анализа.

Основным требованием к выбранному методу является его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества, в незагрязнённых объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах технического воздействия.

2. Дистанционные методы контроля

Контактные методы наблюдений и контроля за состоянием природной среды дополняются неконтактными (дистанционными), основанными на использовании двух свойств зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных): осуществлять взаимодействия с контролируемым объектом и переносить полученную информацию к датчику. Зондирующие поля обладают широким набором информативных признаков и разнообразием эффектов взаимодействия с веществом объекта контроля. Принципы функционирования средств неконтактного контроля условно подразделяют на пассивные и активные. В первом случае осуществляется приём зондирующего поля, исходящего от самого объекта контроля, во втором производится приём отражённых, прошедших или переизлученных зондирующих полей, созданных источником.

Неконтактные методы наблюдения и контроля представлены двумя основными группами методов: *аэрокосмическими и геофизическими*.

Основными видами аэрокосмических методов исследования являются оптическая фотосъёмка, телевизионная, инфракрасная, радиотепловая, радиолокационная, радарная и многозональная съёмка. Неконтактный контроль атмосферы осуществляется с помощью радиоакустических и лидарных методов. Вначале радиоволны были использованы для анализа состояния ионосферы (по отражению и преломлению волн), затем сантиметровые волны применили для исследования осадков, облаков, турбулентности атмосферы. Область использования радиоакустических методов ограничена сравнительно локальными объёмами воздушной среды (около 1-2 км в радиусе) и допускает их функционирование в наземных условиях и на борту воздушных судов. Одной из причин появления отражённого акустического сигнала являются мелкомасштабные температурные неоднородности, что

позволяет контролировать температурные изменения, профили скорости ветра, верхнюю границу тумана.

Принцип лидарного (лазерного) зондирования заключается в том, что лазерный луч рассеивается молекулами, частицами, неоднородностями воздуха; поглощается, изменяет свою частоту, форму импульса, в результате чего возникает флюоресценция, которая позволяет качественно или количественно судить о таких параметрах воздушной среды, как давление, плотность, температура, влажность, концентрация газов, аэрозолей, параметры ветра. Преимущество лидарного зондирования заключается в монохроматичности, когерентности и возможности изменять спектр, что позволяет избирательно контролировать отдельные параметры воздушной среды. Главный недостаток - ограниченность потолка зондирования атмосферы с Земли влиянием облаков. Основными методами неконтактного контроля природных вод являются радиояркостной, радиолокационный, флюоресцентный. Радиояркостной метод использует диапазон зондирующих волн от видимого до метрового для одновременного контроля волнения, температуры и солёности. Радиолокационный (активный) метод заключается в приёме и обработке (амплитудной, энергетической, частотной, фазовой, поляризационной, пространственно-временной) сигнала, отражённого от взволнованной поверхности. Для дистанционного контроля параметров нефтяного загрязнения водной среды (площадь покрытия, толщина, примерный химический состав) используется лазерный отражательный, лазерный флюоресцентный методы и фотографирование в поляризованном свете. Флюоресцентный метод основан на поглощении оптических волн нефтью и различии спектров свечения легких и тяжелых фракций нефти. Оптимальный выбор длины возбуждающей волны позволяет по амплитуде и форме спектров флюоресценции идентифицировать типы нефтепродуктов.

Геофизические методы исследований применяются для изучения состава, строения и состояния массивов горных пород, в пределах которых могут развиваться те или иные опасные геологические процессы. К ним относятся: магниторазведка, электроразведка, терморазведка, визуальная съёмка (фото-, теле-), ядерная геофизика, сейсмические и геоакустические и другие методы.

В программу наземных инструментальных геофизических наблюдений в системе мониторинга включаются:

- районы размещения дорогостоящих, ответственных и особо опасных объектов промышленного и гражданского строительства;
- промышленные зоны, в которых ведётся добыча полезных ископаемых, откачка (закачка) подземных вод, рассолов (промышленных стоков), места складирования отходов и т.п.;
- территории, занятые топливно-энергетическими комплексами;
- территории с мульдами оседания земной поверхности;
- территории занятые промышленными предприятиями, на которых выполняются прецизионные работы в различных сферах производственной деятельности;
- территории с неблагоприятной и напряжённой экологической обстановкой;
- территории расположения уникальных архитектурных сооружений и исторических памятников.

Основным видом непосредственного изучения опасных геологических процессов и

явлений является комплексная *инженерно-геологическая съёмка* (ИГС). Методика комплексной ИГС к настоящему времени достаточно хорошо отработана. Сейчас практически вся территория Российской Федерации покрыта государственной среднемасштабной съёмкой (1 : 200 000; 1 : 100 000 и в ряде случаев 1 : 50 000). Методы получения инженерно-геологической информации в ходе съёмки хорошо разработаны и включают в себя комплекс подготовительных, полевых, лабораторных исследований. В ходе ИГС полевое изучение базируется на традиционных маршрутах геологических, топографо-геодезических и ландшафтно-индикационных исследованиях, горнопроходческих и буровых разведочных работах, полевом опробовании горных пород, динамическом и статическом зондировании и т.д. В этот комплекс работ включаются и специальные аэрокосмические, геофизические, математические, геодезические, гидрогеологические наблюдения.

С 1990-х гг. в России проводились организационные работы в области экологического мониторинга с использованием космических средств, а также формирования инфраструктуры региональных центров сбора и приёма космической информации. В России существует несколько космических систем дистанционного зондирования территории России, применимых для наблюдений за развитием опасных природных процессов и явлений. Основными и наиболее доступными для использования в ЕГСЭМ из них являются системы дистанционного зондирования «Метеор», «Океан», «Ресурс- 0», «Ресурс-2» и др.

Изображения со спутников передаются на Землю в реальном масштабе времени в диапазоне 1700 МГц. Возможность свободного приёма спутниковой информации наземными станциями обеспечивается Всемирной метеорологической организацией согласно концепции «Открытого неба». На наземных станциях приёма спутниковой информации производится приём, демодуляция, первичная обработка и подготовка спутниковых данных к вводу в персональный компьютер станции. На территории России в последнее десятилетие активно развивается сеть станций приёма данных от спутников NOAA (американские метеорологические спутники), образующая наземную инфраструктуру регионального экологического мониторинга: в Москве (Институт космических исследований РАН, ВНИИ ГОЧС МЧС); Красноярске 25 (Институт леса СО РАН); Иркутске (Институт солнечно-земной физики СО РАН); Салехарде (Госкомитет по охране окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа); Владивостоке (Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН). Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния среды:

- определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности;
- контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
- определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;
- обнаружение крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;
- контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
- обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;
- выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ

в мегаполисах;

- регистрация дымных шлейфов от труб;
- мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
- обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;
- контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах

влияния промышленных предприятий.

3. Биологические методы контроля

Оценка экологической обстановки на территории в ходе формирования эффективной системы государственного экологического мониторинга невозможна без использования методов биодиагностики качества окружающей среды. Оценивать качество окружающей среды необходимо в целях:

- определения состояния природных ресурсов;
- разработки стратегии рационального использования региона;
- определения предельно допустимых нагрузок для любого региона;
- решение судьбы районов интенсивного промышленного и сельскохозяйственного использования, загрязненных территорий и т.д.;
- решения вопроса о строительстве, пуске или остановке определённого предприятия;
- оценки эффективности природоохранных мероприятий, введения очистных сооружений, модернизации производства и т.д.;
- введения новых химикатов и оборудования;
- создания рекреационных и заповедных территорий.

Ни один из этих вопросов не может быть объективно решён лишь на уровне рассмотрения формальных показателей, а требует проведения специальной разносторонней оценки качества среды обитания, т.е. необходима *интегральная характеристика* её состояния, биологическая оценка.

Методы биоиндикации основаны на наблюдениях отдельных организмов, популяции или сообществ организмов в естественной среде обитания с целью определения по их реакциям (изменениям) качества окружающей среды. В сельском хозяйстве широко применяется метод биоиндикации для диагностики питания сельскохозяйственных культур. Данный метод *визуальной биоиндикации* основан на изучении внешних признаков фито- и биоценозов, которые отражают качественные изменения среды обитания. В качестве признаков визуальной биоиндикации используется *внешний вид растений*. Таких признаков, связанных с нарушением питания растений, множество, в частности: замедление роста стеблей; ветвей и корней; пожелтение; бурение; загибание листьев; «краевые ожоги»; образование гнили; одревеснение стеблей и др. Для целей биоиндикации качества окружающей среды могут применяться *популяционные и экосистемные критерии*, которые характеризуются показателями: численности и биомассы отдельных видов; соотношением в сообществах различных видов, их распределение по обилию и т.п.

Известны *Патолого-анатомические и гистологические, эмбриональные, гистологические, генетические, иммунологические методы* биоиндикации.

Методы биотестирования - способ интегральной оценки токсичности загрязнений уже достаточно давно используется в системе мониторинга качества окружающей среды за рубежом и начинает применяться в нашей стране. Аргументами в пользу целесообразности использования подходов биотестирования качества окружающей среды являются их универсальность, экспрессность, простота, доступность и дешевизна. Высокая

чувствительность тест-организмов к действию загрязняющих веществ привела ряд специалистов даже к идее о возможности полной замены всех гигиенических нормативов единственным критерием качественной оценки окружающей среды на основе биотестирования. Это определило необходимость изучения эффективности последнего. В частности, для выявления залповых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и особенно в целях обнаружения резких изменений качества питьевой воды биотестирование имеет значение как сигнальный показатель экспресс-контроля, позволяющий уже в течение одного часа получить данные интегральной оценки токсичности воды и принять необходимые меры для защиты населения, в то время как органолептические свойства воды могут оставаться без изменения, а на идентификацию веществ, поступивших в воду, химическими методами требуется несколько часов и даже суток. В настоящее время особое внимание уделяется приёмам токсикологического биотестирования, т.е. использования в контролируемых условиях биологических объектов в качестве средства выявления суммарной токсичности воды. *Длительность биотестирования* зависит от задачи, поставленной исследователем. Существуют следующие виды биотестов:

- *острые биотесты* (acute tests), выполняемые на различных тест- объектах по показателям выживаемости, длятся от нескольких минут до 24 - 96 ч;
- *краткосрочные* (short-term chronic tests) хронические тесты, длятся в течение семи суток и заканчиваются, как правило, после получения первого поколения тест-объектов;
- *хронические тесты* (chronic tests), распространяются на общую плодовитость ракообразных, охватывая три поколения.

Генетически однородные культуры тест-объектов (водных беспозвоночных и водорослей) можно получить в специализированных научных учреждениях, аккредитованных в системе сертификации на проведение анализов с использованием необходимого тест-объекта. В последние годы в России и ряде стран мира внедряются методы биотестирования качества поверхностных вод с использованием инфузорий, дафний и других водных биоценозов. В законодательном порядке установлена необходимость биотестирования водных вытяжек опасных отходов для определения их токсичности. В «Правилах охраны поверхностных вод» (Госкомприрода СССР, 1991 г.) биотестирование является обязательным методом при анализе качества природных и сточных вод. Любая комбинация традиционных аналитических приборов не в состоянии предусмотреть специфический биологический эффект, выявленный в процессе контроля токсичности в качестве интегрального показателя. Основные нормативные документы по биотестированию в России:

- РД 52.18.344-93 Методика выполнения измерений интегрального уровня загрязнения почвы техногенных районов методом биотестирования.
- ПНД ФТ 14.1:2:3:4.7-02,16.1:3:3:3.4-02 «Токсикологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадки сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний».

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Что такое метод анализа (или определения)?
2. Что такое качественный и количественный анализ?
3. Какие методы анализа бывают?
4. Какие методы называются инструментальными?
5. Что такое средства измерения?
6. Перечислите главные свойства методов анализа.

7. Назовите основные физические, химические, физико-химические, биохимические и биологические методы анализа, их суть и средства измерения.
8. Что представляют из себя тест-методы, их достоинства и недостатки?
9. В чем схожесть и отличие методов - биоиндикация, биотестирование, экотоксикология, мониторинг биоразнообразия?
10. Биоиндикацию и биотестирование относят к дифференциальным или интегральным методам диагностики?
11. Какие дистанционные методы и с какой целью целесообразно применять в экологическом мониторинге?
12. Перечислите методы контроля и их основные свойства?

2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).

Тема: «Инжиниринг и менеджмент геосистем»

2.6.1 Цель работы:

ознакомиться с алгоритмом и знать основные нормативные документы по мониторингу объектов (подземные воды, загрязненные почвы), на которых размещены отходы

2.6.2 Задачи работы:

1. ознакомиться с алгоритмом по мониторингу объектов (подземные воды, загрязненные почвы), на которых размещены отходы
2. знать основные нормативные документы по мониторингу объектов (подземные воды, загрязненные почвы), на которых размещены отходы

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая
2. Тетрадь
3. Линейка

2.6.4 Описание (ход) работы:

Алгоритм организации мониторинга объектов в местах размещения отходов
(подземные воды, загрязненные почвы)

Мониторинг объектов размещения отходов осуществляется в соответствии со ст.11 ФЗ «Об отходах производства и потребления от 10 июня 1998г. № 89-ФЗ (в ред. 31.декабря 2005г.). Мониторинг объектов размещения отходов производства и потребления проводится организациями, имеющими полигоны или площадки по складированию, обезвреживанию, захоронению промышленных и бытовых отходов, шламонакопители, хвостохранилища и т. д.

Основной задачей мониторинга объектов размещения отходов является оценка воздействия на окружающую среду (атмосферный воздух, поверхностные и подземные

воды, почву).

Для подготовки раздела необходимы следующие материалы:

- Результаты инвентаризации мест захоронения и хранения отходов производства и потребления, включая твердые бытовые отходы (ТБО), в соответствии с «Временными методическими рекомендациями по проведению инвентаризации мест захоронения и хранения отходов в РФ», Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 06.07.1995г.

Для организации мониторинга используются, в основном, данные разделов:

- Оценка степени влияния мест складирования, хранения и захоронения отходов на окружающую среду;

- Организация режимной наблюдательной сети на полигонах;

- Приложение к типовой форме инвентаризации пояснительная записка «Оценка экологической опасности мест захоронения и хранения отходов». Пояснительная записка должна содержать карту-схему мест захоронения и складирования отходов. На карту-схему должны быть нанесены основные водотоки и места складирования, хранения и захоронения отходов.

- Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение в соответствии с «Методическими указаниями по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», М. 2002г.

Норматив образования отходов определяет установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции. Лимиты на

размещение отходов, разрабатываемые в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду, количеством, видом и классами опасности образующихся отходов и площадью (объемом) объекта их размещения, устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается.

- Классификация отходов в соответствии с приказом МПР России от 02.12.2002г. №786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов», зарегистрированного в Минюсте РФ 09.-1.2003г. №4107 с учетом приказа МПР России от 30.07.2003г. №663 «О внесении дополнений в федеральный классификационный каталог отходов», утвержденный приказом МПР России от 02.12.2002г. №786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов»

- Класс опасности отходов в соответствии с приказом МПР России от 15.06.2001г. №511 «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с установленными критериями. Отнесение отходов к классу опасности для окружающей среды может осуществляться расчетным или экспериментальным методами. В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-ому классу опасности необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-ого класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-ому классу опасности. Экспериментальный метод отнесения к классу опасности для окружающей среды осуществляется в лабораториях, аккредитованных на этот вид деятельности. Экспериментальный метод используется в следующих случаях:

- Для подтверждения отнесения отходов к 5-ому классу опасности, установленного расчетным путем;
- При отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;
- При уточнении по желанию и за счет заинтересованной стороны класса опасности опасных отходов, полученного в соответствии с установленными критериями или расчетным методом.

Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов.

- Наличие материалов, представляемых на государственную экологическую экспертизу, в соответствии с «Методическими рекомендациями по подготовке материалов, представляемых на государственную экологическую экспертизу», утвержденных приказом МПР России от 09.07.2003г. №575.

В материалах обоснования отображаются условия и способы обращения с опасными отходами и раскрывается готовность соискателя лицензии обеспечить выполнение лицензионных требований и условий осуществления деятельности по обращению с опасными отходами, включающей деятельность, в процессе которой образуются опасные отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению опасных отходов.

В разделе «Сведения о намечаемой деятельности по размещению опасных отходов» приводится информация об организации мониторинга состояния окружающей среды на объекте по размещению опасных отходов и в пределах его воздействия на окружающую среду.

- Заключение экспертной комиссии государственной экологической экспертизы
- Документ, подтверждающий наличие лицензии.

- Свидетельство об оценке состояния измерений или аккредитации лаборатории, выполняющей измерения. В случае привлечения сторонних организаций для выполнения измерений необходимо свидетельство об аккредитации с приложением области аккредитации.

При наличии этих документов в других разделах достаточно дать ссылку на раздел, в котором эти документы приведены.

При осуществлении мониторинга объектов размещения отходов субъект хозяйственной деятельности осуществляет наблюдения за состоянием загрязнения подземных вод, почв, поверхностных вод и атмосферного воздуха.

Рекомендации, изложенные в подразделах 12.1 и 12.2, распространяются на все антропогенные источники, оказывающие воздействие на загрязнение подземных вод и почв.

Алгоритм мониторинга состояния загрязнения подземных вод

Все работы в системе мониторинга подземных вод проводятся в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации и ведению мониторинга подземных вод», М., ВСЕГИНГЕО, 1985г. и «Методическими рекомендациями по выявлению и оценке загрязнения подземных вод», М., ВСЕГИНГЕО, 1990г.

Для организации мониторинга подземных вод субъект хозяйственной деятельности обеспечивает:

- Создание локальной сети наблюдений для выявления антропогенного загрязнения подземных вод.

1. Локальная сеть располагается на наиболее типичных, сложных и важных по гидрологическим условиям и видам техногенного влияния объектах, площадках. Основным элементом сети является наблюдательная скважина. Конструкция скважины, материалы, используемые для обсадки и фильтра, а также длительность прокачки перед отбором пробы - параметры, определяющие качество получаемых результатов, а, следовательно, достоверность информации, получаемой в системе.

2. Сеть размещается с учетом местоположения, характера и размеров (формы) источников загрязнения; конфигурации области загрязнения подземных вод; строения водоносного горизонта (мощность, неоднородность и его граничных условий; направления естественного движения подземных вод); скорости движения загрязненных подземных вод; местоположения водозаборных сооружений и путей поступления к ним загрязненных или природных некондиционных вод.

3. Количество наблюдательных скважин и их расположение должны быть «скользящими» во времени, т.е. наращивание такой сети должно определяться характером (неравномерное или равномерное перемещение фронта загрязнения) и скоростью перемещения загрязненных вод, которые устанавливаются по результатам начального этапа наблюдений.

4. В районах источников загрязнения наблюдательная сеть наращивается от источника вниз по потоку подземных вод, а в районе водозаборов - от границы области загрязнения по направлению к водозабору. Частота опробывания определяется скоростью движения загрязненных вод по пласту и расположением скважин относительно границы этих вод, вблизи границы частота отбора увеличивается. Пробы анализируются на стандартные показатели и на характерные загрязняющие вещества.

5. В районе промышленных и сельскохозяйственных объектов основная нагрузка поступающими с поверхности земли загрязняющими веществами падает на грунтовые

воды. Поэтому наблюдательные скважины оборудуются преимущественно на горизонт грунтовых вод. Наблюдательные скважины размещают по направлению естественного движения подземных вод, а также по направлению к ближайшим водозаборам (на расстоянии не более 100 м до ближайшей к хранилищу отходов скважины и 100-200 м до каждой из последующих скважин). Сеть должна давать площадную картину загрязнения подземных и грунтовых вод.

6. Наблюдательная сеть должна включать скважины, находящиеся в зоне влияния источника загрязнения, и фоновые скважины.

7. На водозаборах, где загрязнение может быть вызвано поступлением загрязняющих веществ с поверхности или с некондиционными водами из эксплуатируемого или смежного горизонта, или из поверхностных водоемов и водотоков наблюдательная сеть оборудуется как в пределах водозаборов, так и на прилегающих к ним территориях. На водозаборах речных долин (инфильтрационных) сеть образуют скважины по фронту между водозабором и берегом реки, в количестве не менее четырех, и не менее двух гидрометрических створов - на участке водозабора и выше по течению. При подтягивании некондиционных вод со стороны речных террас 2-3 наблюдательные скважины размещают между водозабором и границей загрязняющих вод. На водозаборах артезианских вод наблюдательные скважины располагаются по фронту водозабора на двух-трех створах вкост границы некондиционных вод по две на каждом створе. При небольшом водозаборе и достаточно однородном водоносном горизонте можно ограничиться одним створом, расположенным по кратчайшему расстоянию от границы некондиционных вод.

8. Наблюдения и постоянный контроль на водозаборах осуществляют предприятия-водопользователи.

- Разрабатывает программу наблюдений.

1. Типовая программа включает определение:

- физических свойств воды;
- содержание главных ионов: кальция, магния, натрия, калия, гидрокарбонат и карбонат-ионов, сульфат- и хлорид-ионов, сухого остатка;
- биогенных элементов - азот, в форме нитрит-, нитрат-ионов и иона аммония;
- железа различных степеней окисления;
- растворенных газов - свободного углекислого газа и сероводорода;
- общей жесткости и показателя pH;
- содержание органических веществ оценивается по косвенным показателям - перманганатной окисляемости или химическому потреблению кислорода, при необходимости контролируется содержание фтора.

2. План наблюдений на локальной сети наряду с общими гидрохимическими исследованиями включает определение специфических приоритетных загрязняющих веществ, поступающих в подземные воды (нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы - свинец, кадмий, ртуть и др.).

3. Периодичность отбора проб - четыре раза в год: весной и осенью, летом и зимой.

Отбор, транспортировка, хранение проб сточных и природных вод проводится в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Общие требования к отбору проб». Настоящий

ГОСТ распространяется на любые типы вод, хотя ранее для различных категорий вод (сточных, природных, питьевых) применялись отдельные нормативные документы, регламентирующие отбор, транспортировку и хранение проб.

Все методики, используемые для мониторинга, должны соответствовать требованиям ГОСТа Р 8.563-96 (с дополнениями № 1 и 2, 2001 и 2002гг.). «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений». Указанный ГОСТ содержит требования к разработке методик выполнения измерений (МВИ), аттестации МВИ, стандартизации и метрологическому надзору за аттестованными МВИ. В соответствии с требованиями настоящего ГОСТа МВИ, используемые в сфере охраны окружающей среды, подлежат обязательной аттестации, поскольку измерения в области охраны окружающей среды в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» является сферой обязательного государственного метрологического контроля и надзора.

На основании имеющихся материалов и исследований составляется план наблюдений (Пример 1).

Пример 1

План наблюдений за качеством подземных вод

№ наблюдательной скважины на карте организации	Производственные процессы, влияющие на качество подземных вод	Наименование загрязняющего вещества, измеряемый параметр	Количество плановых измерений в период времени	Методика выполнения измерений
1	2	3	4	6
1-3	установка комплексной подготовки нефти	нитрат-ион	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.4-95 МВИ массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. Переосвидетельствовано с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002
4-12	шламонакопитель	ион аммония	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.1-95 МВИ массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. Переосвидетельствована с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002
		железо общее	4 раза в год	ПНД Ф 14.1.29-95 МВИ массовой концентрации железа общего в пробах сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02».

		<i>ПАВ</i>	<i>4 раза в год</i>	<i>ПНДФ 14.1:2:4.39-95. МВИ массовой концентрации катионных ПАВ в пробах природной, питьевой и сточной вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02»</i>
		<i>нефтепродукты</i>	<i>4 раза в год</i>	<i>ПНД Ф14.1:2:4.128-98 МВИ массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02».</i> <i>Переосвидетельствована в соответствии требованиями ГОСТР ИСО 5725-(1-6)-2002</i>

Область загрязнения (зона антропогенного воздействия) оконтуривается по линии минерализации 1 г/дм или по линии предельных значений других обобщенных показателей (общей жесткости, окисляемости перманганатной), или по линии ПДК группы основных загрязняющих веществ. В последнем случае (например, для трех загрязняющих веществ) контур области загрязнения должен проходить через точки, в которых соблюдается условие - сумма относительных концентраций ($C/C_{\text{п}}$) трех выделенных загрязняющих веществ больше единицы. C - фактическая концентрация, $C_{\text{п}}$ - ПДК вещества.

Если загрязнение подземных вод характеризуется показателем, не входящим в число перечисленных (например, хромом), то область загрязнения оконтуривается по линии ПДК этого показателя. Область загрязнения характеризуется помимо показателя, по которому она оконтуривается, также показателями других преобладающих компонентов загрязнения. Например, область загрязнения оконтуривается по величине минерализации, существенно превышающей фоновую. В загрязненной воде содержатся в значительных количествах по сравнению с фоном хлориды, нитраты, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец). В этом случае область загрязнения характеризуется величиной минерализации (сухим остатком), концентрациями хлоридов, нитратов, тяжелых металлов. Другой пример: область загрязнения оконтуривается по величине общей жесткости, в воде в повышенных количествах содержатся фтор и нефтепродукты; в этом случае область загрязнения характеризуется величиной общей жесткости, концентрациями фтора и нефтепродуктов.

Алгоритм мониторинга состояния загрязнения почв

В соответствии с Земельным кодексом землепользователи обязаны не допускать засоления, загрязнения земель, а также других процессов, ухудшающих состояние почв, кроме того, организовать контроль за их использованием. Одной из основных задач мониторинга земель является оценка загрязнения почв под воздействием антропогенных источников.

Организация мониторинга осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель», М., 1995г.

Контроль за санитарным состоянием почв населенных мест, сельскохозяйственных угодий, территорий курортных зон и отдельных учреждений осуществляется в соответствии с Методическими указаниями «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», МУ 2.1.7.730-99.

Для организации мониторинга проводится подготовительный этап, включающий:

- установление перечня потенциальных источников загрязнения;
- составление карты техногенных нагрузок исследуемой территории, на которую наносятся источники антропогенного воздействия, зоны их возможного влияния;
- рекогносцировочное обследование с целью визуального выявления загрязненных земель и уточнение мест расположения точек пробоотбора, составление схемы отбора (схема отбора зависит от типа источника и характера пространственного распределения загрязняющих веществ в почвах обследуемого участка);
- исследования с отбором проб по намеченной схеме

Если источник загрязнения точечный, путь поступления загрязняющих веществ воздушный и предполагается прямопропорциональная связь между уровнем загрязнения и расстоянием до источника, то целесообразно отбирать образцы проб по 4 - 8 направлениям (румбам) от источника, располагая точки отбора более часто вблизи источника и с большими интервалами на удалении от него. Частота и дальность пробоотбора зависит от мощности источника и природно-климатических условий района. В целом рекомендуется отбор по румбам через 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 км. Если источник загрязнения линейный, путь поступления загрязняющих веществ воздушный, то размещать точки необходимо вдоль источника по линиям, также уменьшая количество точек с расстоянием от него, располагать линии пробоотбора рекомендуется на расстоянии 0,1; 0,2; 0,5 км. Если приоритетным загрязняющим веществом является жидкость (нефть и нефтепродукты), система отбора строится в зависимости от сложности ландшафта, геохимической и гидрологической обстановки. Точки отбора объединяются в систему профилей, располагающихся в направлении движения поверхностного стока от места разлива до места промежуточной или конечной аккумуляции. Минимальное количество профилей - 3. Если на обследуемой территории нет ярко выраженных точечных источников загрязнения (или много источников, влияние которых перекрывается), а также при площадном источнике загрязнения (свалки, полигоны и т.п.), то лучше использовать отбор проб по равномерной разряженной сетке (размер ячейки - от 1X1 до 5 X 5 км).

Для исключения локальных особенностей распределения загрязняющих веществ, отбирают не точечные, а смешанные пробы. Смешанная проба состоит из не менее 15 точечных, равномерно распределенных на площадке. Объем точечных проб одинаковый, поэтому для отбора лучше использовать бур. Точечные пробы объединяют и тщательно перемешивают, затем берут смешанный образец массой около 500 г.

Выявляются зоны с наибольшим уровнем загрязнения и приоритетные для контроля загрязняющие вещества в соответствии с установленными критериями

На втором этапе работ на основе проведенных обследований осуществляется:

- Выбор участков (пробных площадок) для осуществления мониторинга. Выбранные участки наносятся на карты-схемы.

При осуществлении мониторинга независимо от того, является ли источник загрязнения точечным или площадным, пробоотбор проводят по равномерной случайно-

упорядоченной сетке (рекомендуемых размер ячейки от 0,1 X 0,1 до 0,5 X 0,5 км). Внутри каждой ячейки сетки выбирается ключевая (пробная) площадка. Относительная свобода в размещении пробной площадки в пределах сетки дает возможность располагать ее в местах с наиболее характерными условиями местности и исключить пробоотбор там, где он невозможен (постройки, водоемы и т.п.) это позволит уменьшить влияние природных факторов на локальное перераспределение загрязняющих веществ, и более достоверно определить площадь загрязненной территории. Размер ключевого участка не менее 10X 10 м. Отбор проб на ключевом участке проводят также, как это описано выше при предварительном обследовании. Для контроля поверхностно распределяющимися веществами (нефть, нефтепродукты) точечные пробы отбирают послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200г каждая.

- Выбор показателей для осуществления мониторинга

Перечень показателей для мониторинга определяется на основе предварительных обследований и определяется особенностями территории и первоочередными в плане организации наблюдений негативными процессами, приводящими к загрязнению почв.

1. Ежегодный систематический мониторинг проводят на наиболее загрязненных пробных площадках; на других - не реже 1 раза в 5 лет. В качестве фоновых используют близлежащие, не подверженные загрязнению почвенные участки отведенных земель.

2. Сеть мониторинга должна быть динамичной и пересматриваться с учетом данных анализов и других сведений. На основе данных составляется план наблюдений за загрязнением почв.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Перечислите объекты мониторинга, в местах расположения отходов, и основные задачи мониторинга?
2. Проанализируйте и приведите список необходимых нормативных документов при проведении мониторинга объектов мест расположения отходов?
3. Какие материалы представляются на государственную экологическую экспертизу по опасным отходам?
4. Изучите и представьте алгоритм мониторинга подземных вод в местах расположения отходов?
5. Изучите и представьте алгоритм мониторинга загрязненных почв в местах расположения отходов?
6. Что входит в планы наблюдений за качеством подземных вод в местах расположения отходов?
7. Что входит в планы наблюдений за качеством загрязненных почв в местах расположения отходов?

2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).

Тема: «Инжиниринг и менеджмент геосистем»

2.7.1 Цель работы:

Произвести расчет нормы сброса загрязняющих веществ в водные объекты

2.7.2. Задачи работы:

1. Ознакомиться с организацией нормирования сбросов
2. Произвести расчет разбавления сточных вод в реках

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Ручка шариковая
2. Тетрадь
3. Калькулятор

2.7.4 Описание (ход) работы:

1. Организация нормирования сбросов

Порядок разработки и утверждения экологических нормативов сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, так же как и выбросов, определен Постановлением Правительства РФ от 3 августа 1992 г. № 545.

2. Расчет разбавления сточных вод в реках

Метод ВНИИ ВОДГЕО

Пусть S_e - концентрации загрязняющего вещества в реке до сброса, S_{cm} - концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, Q_e - расход воды в реке до сброса, Q_{cm} - расход сточных вод, загрязняющее вещество растворимо, консервативно, перемешивается неравномерно, тогда S_{max} (концентрация загрязняющего вещества в максимально загрязненной струе);

$$S_{max} = S_e + \frac{S_{cm} - S_e}{n} \quad (2.22)$$

где n - кратность разбавления (для данной струи, данного раствора) равная

$$n = \frac{\gamma \cdot Q_e + Q_{cm}}{Q_{cm}} \quad (2.23)$$

Здесь γ - коэффициент смешения (доля расхода реки, участвующая в разбавлении сточных вод):

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \beta \frac{Q_e}{Q_{cm}}} \quad (2.24)$$

где $\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}$ (2.25)

α - коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения:

$$\alpha = \xi \varphi^3 \sqrt[3]{\frac{D}{Q_{cm}}} \quad (2.26)$$

L - расстояние от сброса до створа по фарватеру (м), ξ - коэффициент, учитывающий условия сброса (с берега – 1, на стрежне – 1,5), φ - коэффициент извилистости реки ($\varphi = L_\phi / L_{np}$ - отношение расстояний по фарватеру и по прямой), D - коэффициент турбулентной диффузии, который рассчитывается по одному из приведенных ниже уравнений:

$$D = \frac{g H_{cp} V_{cp}}{MC} \quad (2.27)$$

где g - ускорение свободного падения (9,8 м/с), H_{cp} - средняя глубина реки на данном участке (м), V_{cp} - средняя скорость течения реки на данном участке (м/с), C - коэффициент Шези (м/м), M - коэффициент, зависящий от C :

при $C \geq 60$ $M = 48$, при $10 < C < 60$ $M = 0,7C + 6$

Размерность – $[MC]^{-1}$ - м/с (2.28)

Для равнинных рек

$$D = H_{cp} \cdot V_{cp} / 200 \quad (2.29)$$

Для рек любого характера

$$D = H_{cp} V_{cp} / 37C^2 \quad (2.30)$$

Коэффициент Шези для горных рек малой и средней мощности – 15 – 35, для предгорных рек – 20 – 40, для равнинных рек – 30 – 70. Его можно также рассчитать по формулам, приведенным ниже.

$$C = \frac{V_{cp}}{\sqrt{H_{cp} J}} \quad (2.31)$$

где J – измеренный уклон водной поверхности, который может быть найден для данной реки в «Гидрологическом ежегоднике».

$$C = 33(H_{cp} / d_9)^{1,6} \quad (2.32)$$

где d_9 – эффективный диаметр частиц донных отложений (мм).

$$C = \frac{1}{K} \sqrt[6]{H_{cp}} \quad (2.33)$$

где K – коэффициент шероховатости русла (русла чистые, прямые, земляные – 0,025; большие и средние равнинные реки, в благоприятных условиях состояние ложа и течения воды – 0,03; равнинные извилистые реки с неправильным рельефом дна – 0,04; большие и средние реки, извилистые, засоренные, каменистые, с беспокойным течением – 0,05; русла со слабым течением, значительно заросшие, с глубокими промоинами, валунные, горные – 0,08; горно-водопадные – 0,1; болотного типа – 0,133).

Коэффициент смешения практически всегда меньше 1. Створ же, в котором $\gamma = 1$, называют створом «полного перемешивания». Расстояние по фарватеру от места сброса до створа «полного перемешивания» (L_{nn}) можно вычислить по формуле:

$$L = \left[\frac{2,3}{\alpha} \lg \frac{\gamma \cdot Q_e + Q_{cm}}{(1-\gamma)Q_{cm}} \right] \quad (2.34)$$

но при $\gamma = 1$ в выражении, стоящем под знаком логарифма, в знаменателе появляется 0, т.е. само это выражение равно бесконечности, а значит $L_{nn} \rightarrow \infty$, что не имеет смысла. Поэтому принято рассматривать створ «достаточного перемешивания», где $\gamma = 0,95$ или 0,90 (редко 0,8).

Следует иметь в виду, что уравнение (2.34) применимо при $0,025 \leq Q_{cm} / Q_{cm} \leq 0,1$

Концентрация загрязняющего вещества в створе «полного перемешивания» в реках (каналах), где полный объем воды $W \ll [Q_{cm} + \sum_i Q_i]$, а Q_i – расход воды в основном русле и притоках, определяется по уравнению

$$S_{nn} = \frac{S_{cn} \cdot Q_{cm} + \sum_i S_i Q_i}{Q_{cm} + \sum_i Q_i} \quad (2.35)$$

где индекс nn означает створ «полного перемешивания». Кратность разбавления в створе «полного перемешивания» или для рек из (2.23) будет определяться как

$$n_{\max} = \frac{Q_{cm} + \sum_i Q_i}{Q_{cm}} \quad (2.36)$$

С точки зрения концентрации –го загрязняющего вещества в реке выделяют три области:

1. Область фонового качества воды, в которой ПДК.
2. Область загрязнения, где ПДК
3. Область влияния, где ПДК

Ниже места сброса сточных вод соответственно рассматриваются три зоны смешения их с водами реки:

1. Зона начального разбавления (турбулентный струйный поток).
2. Зона основного разбавления (основной турбулентный поток).
3. Зона снижения концентрации загрязняющего вещества за счет самоочищения (за створом «полного перемешивания»).

Знание кратности разбавления позволяет оценить качество вод в любом створе. Метод расчета ПДС для разных створов даны в последующих разделах. При этом необходимо учесть, что нормативные требования к воде (ПДК) должны быть достигнуты в створе выше места водопользования на 1000 м в случае хозяйственно-пищевого и культурно-бытового водопользования или на 500 м в случае рыбохозяйственного водопользования. При использовании воды реки для промышленного водоснабжения расстояние от места забора воды до створа, в котором = ПДК, зависит от вида производства, т.е. требований по чистоте к потребляемой воде.

Нормирование сбросов в реки по одному загрязняющему веществу

2.4.3.1. Створ «полного (достаточного) перемешивания»

В створе «полного перемешивания» уравнение материального баланса для загрязняющего вещества будет иметь вид:

$$S_{nn} \cdot (Q_c + Q_{cm}) + S_e Q_e \quad (2.37)$$

Если предприятие забирает воду для технологических целей из этой же реки выше сброса, и «забор» примерно равен «сбросу», то

$$S_{nn} Q_e = S_{cm} Q_{cm} + S_e (Q - Q_{cm}) \quad (2.38)$$

При $Q_e \gg Q_{cm}$

$$S_{nn} \cdot Q_e = S_{cm} Q_{cm} + S_e Q_e \quad (2.39)$$

Предельно допустимое (ПД) состояние качества вод по загрязняющему веществу в створе nn - dn определяется ПДК:

$$S_{nn} \approx S_{dn} = ПДК \quad (2.40)$$

Если – предельно допустимый сброс загрязняющего вещества (г/с или кг/с), то

$$M_{nd} = (S_{cm} Q_{cm})_{nd} \quad (2.41)$$

а из (2.39) и (2.40):

$$M_{nd} = (ПДК - S_e) Q_e \quad (2.42)$$

При ПДК сброс загрязняющего вещества ПДК недопустим.

Когда и соизмеримы, используются уравнения (2.37) и (2.38). В обоих случаях при проектировании или задается, а вторая величина вычисляется из (2.41).

Если вода для технологических целей забирается из другого источника, то из (2.37) и (2.40):

$$M_{n\partial} - ПДК \cdot Q_{cm} = (ПДК - S_e) Q_e \quad (2.43)$$

откуда

$$M_{n\partial} = ПДК \cdot Q_e \left[\frac{Q_{cm}}{Q_e} + 1 - \frac{S_e}{ПДК} \right] \quad (2.44)$$

При заборе воды из той же реки выше сброса из (2.38):

$$M_{n\partial} - S_e Q_{cm} = (ПДК - S_e) Q_e \quad (2.45)$$

или

$$M_{n\partial} = ПДК \cdot Q_e \left[\frac{S_e / ПДК}{Q_{cm} / Q_e} + 1 - \frac{S_e}{ПДК} \right] \quad (2.46)$$

По (2.44) и (2.46) при заданных значениях или выполняется несколько вариантов расчета; окончательное решение принимается на основе учета технологических возможностей и экономической целесообразности. Если , то предварительные вычисления ведут по (2.42). На их основе могут быть приняты варианты значений и.

Таким образом, при расчете ПДС для выбора расчетных уравнений следует учитывать соотношение расхода воды в реке и сбросе, места забора воды для технологических целей.

2.3.2. Створ «недостаточного перемешивания»

В створе «недостаточного перемешивания» должно выполняться следующее условие:

$$\frac{S_{\max}}{ПДК} \leq 1 \quad (2.47)$$

откуда кратность разбавления определяется следующим уравнением:

$$n = \frac{S_{cm} - S_e}{S_{\max} - S_e} \quad (2.48)$$

Для ПД состояния качества вод из (2.47)

$$S_{\max} = ПДК \quad (2.49)$$

а из (2.41), (2.48) и (2.49):

$$M_{n\partial} = \left[n_{\partial} (ПДК - S_e) + S_e \right] Q_{cm} \quad (2.50)$$

Q_{cm} и n_{∂} взаимозависимы, поэтому, как и в предыдущем разделе, должны задаваться Q_{cm} или S_{cm} . Тогда n_{∂} вычисляется в соответствии с разделом 2.4.2. или по уравнению

(2.48). Выбор вариантов выполнения ПДС делается с учетом технологических и экономических возможностей.

Примеры расчетов

Задача № 1.

В реку с расходом воды $250 \text{ м}^3/\text{с}$ сбрасываются сточные воды предприятия, содержащие фенол, которого нет в исходной воде, забираемой предприятием выше сброса. Какова допустимая концентрация фенола в сточных водах, если ПДК = $0,001 \text{ мг/л}$ достигается в створе «полного перемешивания», а расход сточных вод составляет $2,1 \text{ м}^3/\text{с}$?

Решение

1. Согласно условию задачи расчет должен быть проведен для створа «полного перемешивания», а расход воды в реке много больше расхода сточных вод, тогда для нахождения предельно допустимого сброса следует использовать уравнение (2.42)

$$2. \quad M_{\text{нд}} = (0,001 \text{ г/м}^3 - 0) 250 \text{ м}^3/\text{с} = 0,25 \text{ г/с}.$$

$$3. \quad \text{По (2.41)} S_{\text{см(нд)}} = 0,25/2,1 = 0,12 \text{ г/м}^3 = 0,12 \text{ мг/л}.$$

Задача № 2

В среднюю равнинную реку со средней глубиной 2 м , средней скоростью течения $1,5 \text{ м/с}$, расходом воды $450 \text{ м}^3/\text{с}$ и коэффициентом извитости $1,3$ сбрасываются сточные воды с расходом $1 \text{ м}^3/\text{с}$, содержащие мышьяк, концентрация которого в речной воде до сброса $0,0002 \text{ мг/л}$. Рассчитайте ПДС (г/с) и концентрацию мышьяка в сточных водах, если в 2 км ниже сброса вода реки используется для культурно-бытовых целей (ПДК = $0,05 \text{ мг/л}$), а вода для производства забирается из реки выше сброса.

Решение.

Согласно условиям задачи ПДС следует найти в створе «недостаточного перемешивания», т.е. по уравнению (2.50), для чего необходимо рассчитать сначала кратность разбавления в заданном створе.

$$1. \text{ По (2.29)} D = 1,5 \cdot 2/200 = 0,015.$$

$$2. \text{ По (2.26)} \alpha = 1 \cdot 1,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,015}{1}} = 0,32.$$

$$3. \text{ По (2.25)} \beta = e^{-0,32^3/1000} = 0,041.$$

$$4. \text{ По (2.24)} \gamma = \frac{1 - 0,041}{1 + 0,041 \cdot \frac{450}{1}} = 0,049.$$

$$5. \text{ По (2.23)} n_{\text{нд}} = \frac{0,049 \cdot 450 + 1}{1} = 23.$$

$$6. \text{ По (2.50)} M_{\text{нд}} = [3(0,05 - 0,002) + 0,002] \cdot 1 = 1,11 \text{ г/с}.$$

$$7. \text{ По (2.41)} S_{\text{см}} = 1,11/1 = 1,11 \text{ г/м}^3 = 1,11 \text{ мг/л}.$$

Дополнение. По условиям задачи дополнительно рассчитаем расстояние до створа «полного(достаточного) перемешивания» и ПДС для этого створа.

$$8. \text{ По (2.34)} L_{\text{нн}} = \left[\frac{2,3}{0,32} \lg \frac{0,95 \cdot 450 + 1}{(1 - 0,95) \cdot 1} \right] = 22589 \text{ м}.$$

$$9. \text{ По (2.42)} M_{\text{нд}} = (0,05 - 0,002) \cdot 450 = 21,6 \text{ г/с}.$$

$$10. \text{ По (2.41)} S_{\text{см(нд)}} = 21,6/1 = 21,6 \text{ г/м}^3.$$

Таким образом, нормирование по створу «полного перемешивания» позволило бы увеличить ПДС почти в 20 раз, но и пользоваться этой водой можно было бы лишь при

условии ее отбора на расстоянии примерно в 10 раз большем, чем указано в условии задачи.

Варианты заданий для расчета

Задание: Рассчитать ПДС (г/с) и концентрацию вещества в сточных водах на предложенном в таблице удалении от места сброса.

Вариант	Тип реки	Средняя скорость течения, м/с	Средняя глубина, м	Коэффициент извитости	Расход воды в реке, м ³ /с	Загрязняющее вещество	Расход сточных вод, м ³ /с	Исходная концентрация загрязнителя в воде до сброса, мг/л	ПДК, мг/л	Расстояние от места забора до места сброса, км
1	Средняя равнинная	1	3	1,5	400	Zn ²⁺	0,5	0,0012	1	5
2	Равнинная извилистая с неправильным рельефом дна	1,5	2	2	250	Cu ²⁺	2	0,004	0,1	10
3	Большая извилистая, засоренная	1,5	3	1,5	600	Pb ²⁺	2,5	0,003	0,1	2
4	Большая извилистая, каменистая	2	2,5	4	500	Ni ²⁺	3	0,0015	1	3
5	Большая извилистая, с беспокойным течением	1	1,5	4,5	450	фенол	2	0,0002	0,001	6
6	Средняя, русло со слабым течением,	0,5	1	1	250	мышьяк	3	0,004	0,05	15

	значитель но заросшая									
7	Средняя, русло со слабым течением, с глубоким и промоина ми	0,5	2	1,5	300	Pb ²⁺	0,5	0,00 04	0,1	4
8	Средняя, русло со слабым течением валунная	0,5	2,5	2	200	фенол	0,5	0	0,001	1
9	Горная	3	0,5	2	150	Cu ²⁺	3	0,00 06	0,1	7
10	Средняя равнинная	1,5	2,5	1,5	450	фенол	2	0,00 03	0,001	5
11	Равнинная извилиста я с неправиль ным рельефом дна	1	3	2	300	Ni ²⁺	0,5	0,00 05	1	2
12	Средняя равнинная	1,5	4	2	450	Zn ²⁺	2,5	0,00 01	1	3
13	Равнинная извилиста я с неправиль ным рельефом дна	2	3	4	300	фенол	2	0,00 3	0,001	4
14	Средняя равнинная извилиста я, с неспокойн ым течением	2	2,5	2	300	Zn ²⁺	0,5	0,00 2	1	10
15	Средняя равнинная	1,5	4	1,3	450	Ni ²⁺	2,5	0,00 03	1	2
16	Равнинная извилиста я с неправиль ным рельефом	2,5	2	3	400	Pb ²⁺	3	0	0,1	4

	дна									
--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--