

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

В.Ф. ШАПОВАЛОВ, Л.Н. АНИЩЕНКО,

Н.М. БЕЛОУС, С.Н. ПОЦЕПАЙ

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Брянск2022

УДК 574:63:54 (07)

ББК 20.1:40.4

Э 40

Экологическая и агрохимическая оценка состояния среды в процессе хозяйственной деятельности, учебно-методическое пособие / В.Ф. Шаповалов, Л.Н. Анищенко, Н.М. Белоус, С.Н. Поцепай. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022 - 278 с.

В учебно-методическом пособии изложены методики расчёта экологической опасности производственных объектов, оценки нарушения производственными объектами компонентов окружающей среды и класса опасности отходов для окружающей среды, опасности виброакустических, неионизирующих и ионизирующих загрязнений окружающей среды.

Теоретические положения и практические примеры, изложенные в пособии, помогут студентам сформулировать и реализовать цели прикладных исследований на промышленных и сельскохозяйственных объектах, оценить их воздействие на окружающую среду.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки: «Агрохимия и агропочвоведение», изучающим такие дисциплины, как «Агроэкология», «Сельскохозяйственная радиология», «Оценка воздействия загрязнителей на окружающую среду и экологическая экспертиза», «Экотоксикология», «Охрана окружающей среды», а также для преподавателей и специалистов, занимающихся проблемами оценки почвенного покрова, водных ресурсов и компонентов состояния окружающей среды.

Рецензенты: **Малявко Г.П.** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»;

Прудников П.В. – д. с.-х. н., директор ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский».

Рекомендовано к изданию методической комиссией института дополнительного профессионального образования Брянского ГАУ, протокол №2 от 12 октября 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2022
© Шаповалов В.Ф., 2022
© Анищенко Л.Н., 2022
© Белоус Н.М., 2022
© Поцепай С.Н., 2022

ВВЕДЕНИЕ

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи и выбросов, загрязняющих Землю, приводят к коренным изменениям в природе и отражаются на самом существовании человека. Часть из таких изменений чрезвычайно сильна и настолько широко распространена, что возникают глобальные экологические проблемы. Имеются серьезные проблемы загрязнения (атмосферы, вод, почв), кислотных дождей, радиационного поражения территории, а также утраты отдельных видов растений и живых организмов, оскудения биоресурсов, обезлесения и опустынивания территорий.

Проблемы возникают в результате такого взаимодействия природы и человека, при котором антропогенная нагрузка на территорию превышает экологические возможности этой территории, обусловленные главным образом ее природно-ресурсным потенциалом и общей устойчивостью природных ландшафтов (комплексов, геосистем) к антропогенным воздействиям.

Значительно загрязняют атмосферу автомобильный транспорт, ТЭЦ, предприятия черной и цветной металлургии, нефтегазоперерабатывающей, химической и лесной промышленности. Большое количество вредных веществ в атмосферу поступает с выхлопными газами автомобилей, причем их доля в загрязнении воздуха постоянно растет. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха регионов нашей страны являются машины и установки, использующие серосодержащие угли, нефть, газ. Предприятия черной металлургии пускают в отходы породу, содержащую свинец, кобальт, медь. При добыче угля ежегодно на поверхность поднимают большой объем пустой породы. При этом впустую растрачиваются тысячи гектаров плодородных земель. Повышение промышленно-энергетического потенциала, концентрация населения в городах привели к резкому увеличению частоты и масштабов техногенных катастроф и стихийных бедствий в разных регионах земного шара, увеличению экологического риска.

Критическая экологическая ситуация делает все более актуальным обеспечение экологической безопасности населения и каждого человека. Для того, чтобы решать эти проблемы, необходимо научиться оценивать экологическую опасность производственных объектов и технических систем.

Учебное пособие предназначено для подготовки специалистов и бакалавров в области профессиональной практической деятельности. Основная цель пособия – формирование компетенций, необходимых для развития экологического мышления в процессе оценки экологического риска, экологического проектирования, освоения методов оценок воздействия на среды обитания и здоровье человека.

Предлагаемое пособие состоит из двух частей. Первая часть, посвященная основным проблемам оценки состояния техногенных систем и экологического риска, включает пять основных вопросов. Первый – приводятся методики оценки экологической опасности отраслей промышленности и производствен-

ных объектов, оценки устойчивости производственных объектов и технических систем в условиях чрезвычайной ситуации; второй - знакомит с методиками оценки нарушения производственными объектами состояния компонентов окружающей среды (оценка опасности загрязнения приземной атмосферы, загрязнение и нарушения состояния земельных ресурсов, состояние поверхностных вод, состояние растительного покрова) и правилами нормирования состояния компонентов окружающей среды; третий – содержит методики оценки класса опасности отходов для окружающей среды; четвертый и пятый - рассматривают оценку виброакустических, ионизирующих и неионизирующих воздействий на окружающую среду.

Вторая часть пособия посвящена методическим приемам работы по оценке воздействия хозяйственной деятельности на среды обитания и здоровье человека. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) является непрерывным условием, сопровождающим разработку технико-экономического обоснования (ТЭО) любого крупномасштабного объекта хозяйственной деятельности. Выполнение процедуры ОВОС необходимо при обосновании строительства и реконструкции объектов энергетики, крупных заводов, складов для хранения нефтяных, нефтехимических и химических продуктов, автомобильных и железнодорожных магистралей, портов и аэропортов, плотин и водохранилищ, сельскохозяйственных объектов (животноводческих комплексов, мелиоративных систем) и т.п.

Главной целью выполнения ОВОС в процессе проектирования является создание условий для всестороннего рассмотрения всех предполагаемых преимуществ и потерь экологического, экономического и социального характера, связанных с планируемой деятельностью. При выполнении ОВОС осуществляется поиск оптимальных проектных решений, способствующих:

- а) недопущению деградации окружающей среды;
- б) обеспечению социально-, эколого-экономической сбалансированности хозяйственной деятельности;
- в) улучшению условий жизни людей;
- г) выработке эффективных мер по снижению уровня вынужденных неблагоприятных воздействий на окружающую среду до незначимого или приемлемого уровня.

Практические занятия развивают такие основные направления, как оценка экологического риска, воздействия техногенных систем на окружающую среду, экологическое нормирование.

В практических работах имеются основные положения учебного материала, приведена последовательность осуществления работы, а также материал для её выполнения. Все разделы завершаются заданиями для аудиторной работы. Типовые задания, представленные в пособии, позволяют развить навыки выполнения и оформления разнообразных оценок воздействия на окружающую среду, в том числе и оценок экологического риска в соответствии с действующей на территории России нормативно-технической документацией. Контрольные задания позволяют самостоятельно закрепить и понять основы оценки эко-

логического риска, и выработать современный подход к основам рационального природопользования и нормирования антропогенного воздействия.

Все расчетные оценки изменения характеристик состояния окружающей среды представляют собой основную содержательную часть работы по проведению ОВОС и требуют привлечения самых широких естественнонаучных знаний.

Приведенные теоретические положения, рассматриваемые практические примеры, помогут студенту сформулировать цели исследований на реальных промышленных объектах и провести экспериментальные исследования самостоятельно.

Ознакомление с нормативными, правовыми актами в области экологического нормирования позволит осуществить перечень экологической документации, нормативных и правовых документов, регламентирующих экологическую оценку качества окружающей среды. Для развития общепрофессиональных и специальных компетенций рекомендованы темы рефератов, разработана теоретическая основа коллоквиума по экологической оценке.

Учебное пособие рекомендуется использовать на практических, семинарских и лабораторных занятиях по предметам «Техногенные системы и экологический риск», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Охрана окружающей среды».

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПДКп(мг/кг) - предельно-допустимая концентрация вещества в почве;

ОДК - ориентировочно-допустимая концентрация;

ПДКв (мг/л) - предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования;

ОДУ - ориентировочно-допустимый уровень;

ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия;

ПДКр.х. (мг/л)- предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения;

ПДКс.с. (мг/м³) - предельно-допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест;

ПДКм.р. (мг/м³) - предельно-допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест;

ПДКр.з. (мг/м³) - предельно-допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны;

МДС - максимально допустимое содержание;

МДУ - максимально допустимый уровень *S* (мг/л) - растворимость компонента отхода в воде при 20°C;

Снас (мг/м³) – насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20°C и нормальном давлении;

S (мг/л) - растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20°C;

К_{о-в} - коэффициент распределения в системе октанол/вода при 20°C;

LD₅₀ (мг/кг) - средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных организмов при однократном пероральном введении в унифицированных условиях;

LD^{кожи}₅₀ (мг/кг) - средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях;

LC₅₀ (мг/м³) - средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях;

LC₅₀^{водн} (мг/м³) - средняя смертельная концентрация вещества в воде, вызывающая гибель 50% взятых в опыт гидробионтов (дафний, рыб) через 96 часов;

БД - биологическая диссимилиация;

ПДВ - предельно-допустимых выбросов;

ПХЗ - показатель химического загрязнения.

Часть 1. ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Раздел 1 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Степень экологической опасности промышленного предприятия разрабатывается для всех стадий жизненного цикла проекта. Она определяется с учетом:

- ✓ масштаба и концентрации производства;
- ✓ числа линий, возможный выход из строя которых ведет к аварийной ситуации;
- ✓ неблагоприятных факторов и особенностей производственного процесса (температура, давление, шум, электромагнитное излучение, применение опасных химических реагентов, растворителей и пр. опасности используемых в производстве и образующихся веществ).

Для выявления экологической опасности отраслей промышленности для ландшафтов разных природных зон разработаны интегральные показатели воздействия и нарушения ландшафтов.

Экологическая опасность технологий оценивается с трех позиций:

1. Землеемкости, т.е. размера территории, занятой собственно техникой и зоной ее воздействия на ландшафт;
2. Ресурсоемкости, т.е. размером изымаемых природных ресурсов;
3. Отходности, определяемой материальным потоком техногенных веществ в природу, который оценивается количеством приходящего вещества в единицах объема или веса на единицу площади (вредных выбросов в атмосферу, сброса загрязненных вод).

Степень экологической опасности при контроле за размерами извлеченных из окружающей природной среды веществ для технологических целей может быть оценена превышением абсолютных показателей ресурсопотребления над нормативными. Вероятность экологической опасности будет тем больше, чем ближе к единице будут значения коэффициента экологичности использования ресурса, при соотношении количества извлекаемого ресурса к его запасу, необходимому для экологически безопасного функционирования ландшафта. Такая оценка дается по всем видам ресурсов в сфере воздействия промышленного объекта.

1 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Оценка экологической опасности отраслей промышленности основана на сопоставлении абсолютных показателей водоемкости, землеемкости (площади нарушенных земель) и отходности с объемами производства для того, чтобы реальнее оценить вклад каждой отрасли в общую техногенную нагрузку. Соотнесение этих данных с соответствующими показателями для промышленности в целом позволяет охарактеризовать экологическую опасность отдельных отраслей.

На основании полученных индексов и при их равном весе исчисляется общий индекс экологической опасности отраслей (табл. 1). При расчетах для ха-

рактические объемы производства используются данные о валовой продукции и численности занятого промышленно-производственного персонала.

Для расчета индекса экологической опасности отрасли промышленности с использованием данных о валовой продукции используется следующая формула:

$$I_{эi} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{T1j} K_{T2j} \left(\frac{a_{ij}}{b_j} + \frac{A_i}{B} \right)}{n}$$

где: $I_{эj}$ - индекс экологичности j -й отрасли; a_{ij} - абсолютные показатели воздействия j -й отрасли (i - площадь нарушенных земель - в тыс. га, водопотребления - в млн. м³, выброс загрязняющих веществ в атмосферу - в тыс. т/год и сброс сточных вод - в млн. м³/год); b_j - объем валовой продукции j -й отрасли в миллионах рублей или численность промышленно-производственного персонала в тыс. человек; A_i - показатели площади нарушенных земель, водопотребления, выброса загрязняющих веществ и сброса сточных вод для промышленности в целом; B - валовая продукция промышленности в целом или общая численность промышленно-производственного персонала; K_{T1j} и K_{T2j} - коэффициенты токсичности выбросов j -й отрасли в атмосферу и водоемы; n - число абсолютных показателей воздействия отрасли, в данном случае равно 4.

При расчете используются данные государственной статистической отчетности.

Таблица 1 – Классификация отраслей промышленности по экологической опасности для природной среды

Отрасли промышленности	Индекс экологической опасности, рассчитанный по отношению к валовой продукции
Цветная металлургия Микробиологическая Химическая Нефтехимическая	10,1-15,0
Черная металлургия Теплоэнергетика Лесная лесобработывающая Целлюлозно-бумажная	5,1-10,0
Топливная Промышленность стройматериалов Пищевая	1,1-5,0
Машиностроение и металлообработка Легкая	0,05-1,0

При расчете коэффициента токсичности веществ (K_T), выбрасываемых в атмосферу, учитываются следующие характеристики: разнообразие выбрасываемых веществ, объемы выбросов отдельных примесей, ПДК выбрасываемого

i - выбрасываемого вещества. Для расчета коэффициента токсичности используется следующая формула:

$$K_{т} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} M_i}{\sum_{i=1}^n M_i},$$

где C_i - ПДК выбрасываемого i - выбрасываемого вещества; M_i - объем выбросов того или иного вещества; n - число выбрасываемых веществ.

Анализ показателей позволяет подразделить отрасли промышленности по степени токсичности выбросов на четыре группы (табл. 2).

Таблица 2 – Классификация отраслей по степени токсичности выбросов

Отрасли промышленности	Коэффициент токсичности выбросов в атмосферу	Оценка токсичности выбросов
Цветная металлургия Нефтехимическая промышленность Химическая промышленность	$K_{Т1}=10,1-15$	Особенно токсичные выбросы
Нефтехимическая промышленность Микробиологическая промышленность	$K_{Т1}=5,1-10$	Очень токсичные выбросы
Черная металлургия, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	$K_{Т1}=1,6-5,0$	Токсичные выбросы
Теплоэнергетика Топливная промышленность Машиностроение и металлообработка Легкая промышленность Пищевая промышленность	$K_{Т1}= 1,0-1,5$	Менее токсичные выбросы

В Российской Федерации в целях осуществления государственной политики в области промышленной безопасности была принята процедура лицензирования опасных видов деятельности и декларирования безопасности промышленного объекта, деятельность которого связана с повышенной опасностью производства. Правой основой экологического декларирования является ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" и Положение о декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации.

Основная цель декларирования безопасности – заставить предприятие провести оценку опасностей и информировать об этих опасностях компетентные органы.

Декларация должна включать:

- ✓ определение зон риска;
- ✓ анализ и оценка опасностей и риска аварий на опасных производственных объектах предприятия;
- ✓ анализ условий возникновения аварий;

- ✓ определение сценариев возможных аварий;
- ✓ оценка величины возможного ущерба физическим и юридическим лицам в случае аварии.

Декларация безопасности должна обновляться либо через определенные промежутки времени, установленные законодательством, либо в случаях внесения изменений на объекте, либо получения новой информации об опасных веществах.

Для оценки опасности могут использоваться различные методы, такие как предварительный анализ опасности, анализ дерева ошибок и анализ последствий аварий, оценка риска. Какой бы метод не применялся, цель оценки опасности – определение потенциальных причин отказа в работе или аварий на промышленном объекте. В большинстве стран критерий оценки опасности – качественные показатели. Например, в Нидерландах используют количественный показатель степени риска.

Контрольные задания

Задание №1. Рассчитать коэффициент токсичности выбросов нефтехимической отрасли в атмосферу (Кт) в соответствии с вариантом (табл. 3) и оценить их опасность для окружающей среды. Значения ПДК в *Приложении 1*.

Таблица 3 – Варианты задания

Вариант	CO ₂		SO ₂		NO ₂		C _x H _y		ЛОС	
	выброшено тыс.т	уловлено, %	выброшено тыс.т	уловлено, %	выброшено тыс.т	уловлено, %	выброшено тыс.т	уловлено, %	выброшено тыс.т	уловлено, %
1	125,3	40	38,6	1,1	2,4	0,3	99,2	67,8	379,3	21,9
2	68,5	20	25,2	2,0	6,0	0,5	77,0	70,0	450,2	25,5
3	100,4	30	50,6	4,0	5,9	0,4	90,5	55,9	600,6	20,5
4	150,6	40	36,4	1,5	7,9	0,8	90,4	60,6	400,5	20,8
5	150,5	30	48,5	1,0	5,0	0,2	45,2	50,5	890,5	30,0
6	340,5	15	26,4	0,8	4,0	0,1	30,6	40,4	600,5	30,6
7	220,1	28	68,4	1,5	2,0	0,6	70,6	30,9	650,4	17,9
8	80,4	32	45,3	3,8	5,5	0,7	69,0	25,6	540,5	20,6

Задание 2. Рассчитать индекс экологической опасности отраслей промышленности по Российской Федерации с использованием исходных данных (табл. 4,6):

- а) валовой продукции;
- б) численности промышленно-производственного персонала.

ПДК для диоксида серы; оксида углерода; оксидов азота в *Приложении 1*.

Таблица 4 – Данные о валовой продукции промышленности и численности промышленно-производственного персонала (по данным Российского статистического ежегодника, 2004)

Отрасли промышленности	Валовая продукция, млн. руб.	Численность промышленно-производственного персонала, тыс. чел.
1	2	3
Электроэнергетика	886190	893
Нефтедобывающая	946724	321
Газовая	160242	72
Угольная	104093	233
Черная металлургия	694745	664
Цветная металлургия	529725	553
Химическая и нефтехимическая	453565	829
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	307619	968
Промышленность строительных материалов	229447	642
В целом для промышленности	8498000	12384

Задание 3. Проанализировав полученные показатели, подразделить отрасли промышленности по степени токсичности выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники на четыре группы (табл. 5).

Таблица 5 – Коэффициент токсичности выбросов и сбросов

Оценка токсичности	Коэффициент токсичности выбросов в атмосферу	Коэффициент токсичности выбросов в воду
Особенно токсичные выбросы	$K_{T1} > 10,1$	$K_{T2} > 5,1$
Очень токсичные выбросы	$K_{T1} = 5,1 - 10,0$	$K_{T2} = 2,1 - 5,0$
Токсичные выбросы	$K_{T1} = 1,6 - 5,0$	$K_{T2} = 1,1 - 2,0$
Менее токсичные выбросы	$K_{T1} = 1,0 - 1,5$	$K_{T2} = 0,5 - 1,0$

Таблица 6 - Абсолютные показатели воздействия отраслей основных промышленностей РФ (по данным Российского статистического ежегодника, 2004 г.)

Показатель	Единица измерения	Электроэнергетика	Нефтедобывающая	Газовая	Угольная	Черная металлургия
Выброшено вредных веществ, всего	тыс. т	3257,7	4195	650,7	757,3	2202,5
в том числе: твердых веществ	тыс. т	965,6	294	27,8	52,2	302,4
жидких и газообразных веществ,	тыс. т	2292,1	3901	622,9	705,2	1900,2
из них: диоксид серы	тыс. т	1164,3	42,3	76,6	10,4	234,6

Продолжение таблицы 6

оксид углерода	тыс. т	245,3	2590,7	367,1	26,3	1499,2
оксиды азота	тыс. т	825,9	47,8	30,1	7,2	137,7
углеводороды (без ЛОС)	тыс. т	2,4	530,7	108,6	660,7	1,6
ЛОС	тыс.т	2,9	686,1	38,8	0,2	8,6
Уловлено и обезврежено	%	87,4	0,4	14,5	9,4	72,5
Использовано воды, всего	млн. м ³	28314	628	36,6	93,6	979
Объем оборотной воды	млн. м ³	73960	1861,4	471,7	537,3	17806,4
Экономия свежей воды	%	73	96	95	88	96
Водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн. м ³	25056	15,1	25,8	473,8	721,3
в том числе:						
загрязненных сточных вод	млн. м ³	685,1	3,7	10,7	413,8	609,5
из них без очистки	млн. м ³	518,1	2,3	0,9	141,5	192
нормативно чистых	млн. м ³	24220	11,4	0,5	38,5	93,3
нормативно очищенных	млн. м ³	151,2	0,02	14,6	21,6	18,5
Образовалось отходов	млн. т	57,5	0,6	0,1	1442,9	429
Использовано и обезврежено отходов	млн. т	1,9	0,2	0,1	837,5	110,9
Размещено на объектах отрасли	млн. т	59	0,5	0,1	1004,3	695,9
Площади нарушенных земель	га	26845	94134	81975	103622	51197
Показатель	Единица измерения	Цветная металлургия	Химическая	Лесная и деревообрабатывающая	Промышленность строительных материалов	В целом для промышленности
Выброшено вредных веществ, всего	тыс. т	3287,1	407,6	303,5	474	16732,5
в том числе: твердых веществ	тыс. т	213,6	39,7	76,9	227,8	2330,6
жидких и газообразных веществ,	тыс. т	3073,5	367,9	226,6	246,2	14401,9
из них: диоксид серы	тыс. т	2618,2	48,9	72,4	25	4504
оксид углерода	тыс. т	362,4	133,2	110,9	103	5718,8
оксиды азота	тыс. т	48,3	43,1	29,5	66,6	1329,3
углеводороды (без ЛОС)	тыс. т	3,2	21,6	0,5	32,5	1429,8
ЛОС	тыс. т	5,6	92,6	10,2	4,1	1237,9
Уловлено и обезврежено	%	78,2	92,2	81,7	93,7	76,8
Использовано воды, всего	млн. м ³	947	1629,4	1456,3	167,6	36349,2
Объем оборотной воды	млн. м ³	6895,4	15029,2	3860,9	661,6	132482,3

Экономия свежей воды	%	90	91	73	84	80
Водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн. м ³	878,7	1753,8	1486,7	173,2	31912,5
в том числе:						
загрязненных сточных вод	млн. м ³	443	1126,1	1329,9	108,5	5664
из них без очистки	млн. м ³	177,5	258,4	100,7	73,6	1650,9
нормативно чистых	млн. м ³	310,7	550,6	149,3	58,7	25546,9
нормативно очищенных	млн. м ³	125	77	7,5	6	701,7
Образовалось отходов	млн. т	459,3	133,2	12,9	34	2599,4
Использовано и обезврежено отходов	млн. т	109,2	21	9,7	13,5	1115,9
Размещено на предприятиях	млн. т	363,8	114,6	2,2	22,1	2322,2
Площади нарушенных земель	га	108360	10025	66233	49281	770663

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Категория опасности предприятия (КОП) для окружающей среды разрабатывается с целью установления целесообразности и приоритетности нормативов ПДВ. Определение КОП осуществляется в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ. КОП рассчитывается по формуле:

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n (M_i / \text{ПДК}_i)^{a_i} \cdot (\text{усл. тыс. тонн}),$$

где n - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием в атмосферу; M_i – масса выбрасываемого i -го вещества; a_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -того вещества с вредностью сернистого газа, определяется по таблице 7.

Таблица 7 – Значения безразмерной константы

Константа	Класс опасности вещества			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Согласно ГОСТ 12.1-007-76 четыре класса опасности веществ (1 – вещества чрезвычайно опасные; 2 – вещества высокоопасные; 3 – умеренно опасные вещества; 4 – вещества малоопасные) устанавливаются в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице 8.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности. Не распространяется на вредные вещества, содержащие радиоактивные и биологические вещества (сложные биологические комплексы, бактерии, микроорганизмы и т.п.).

Значение КОП рассчитывается при условии, когда $M_i/ПДК_i > 1$, при $M_i/ПДК_i < 1$, значение КОП не рассчитывается и приравнивается к нулю.

Для расчета КОП при отсутствии среднесуточных значений ПДК используют значения максимально-разовых ПДК или уменьшенные в 10 раз значения ПДК рабочей зоны.

Таблица 8 – Критерии отнесения вещества к классу опасности*

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
ПДКр.з., мг/м ³	менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

*ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

Для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК, значение КОП приравнивается к массе выбросов данных веществ. По величине КОП предприятие делят на четыре категории опасности (табл. 9).

Таблица 9 – Критерии отнесения к категории экологической опасности **

Категория опасности предприятия	Значения КОП
1	КОП $\geq 10^6$
2	$10^6 < \text{КОП} \leq 10^4$
3	$10^4 < \text{КОП} \leq 10^3$
4	$10^3 < \text{КОП}$

** - ГОСТ 17.2.3.02 -78. Охрана природы. Атмосфера. Проект допустимых выбросов соединных веществ промышленными предприятиями.

Наибольшую опасность для окружающей среды представляют предприятия первой и второй категории. К ним необходимо применять особые требования при разработке нормативов ПДВ (ПДС) и ежедневном контроле за их достижением. Для этих предприятий ПДВ разрабатывается по полной программе.

Предприятия третьей категории, как правило, самые многочисленные и они могут иметь ПДВ, разработанные по сокращенной программе. Контроль источников выбросов на таких предприятиях проводится выборочно, один раз в несколько лет.

К четвертой категории опасности относятся самые мелкие предприятия с небольшим количеством выбросов вредных веществ в атмосферу. Для таких предприятий устанавливается норма ПДВ на уровне фактических выбросов. Эти предприятия могут отчитываться не ежегодно, а одна раз в три года при проведении очередной инвентаризации, ПДВ для таких организаций могут не составляться.

Контрольные задания

Задание №1. Используя данные таблицы 10, установить класс опасности предприятия «Локомотивное депо».

Таблица 10 – Масса и видовой состав выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ локомотивного депо

Наименование вещества	Используемый критерий	Значение мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества	
				г/с	т/год
1	2	3	4	5	6
Железа оксид	ПДК с.с.	0,04	3	0,0438010	0,0689410
Марганец и его соединения	ПДК м.р.	0,01	2	0,0025710	0,0051740
Натрия гидроокись	ОБУВ	0,01	0	0,000004	0,000012
Натрия карбонат	ОБУВ	0,04	0	0,0004	0,00036
Олово оксид	ПДК м.р.	0,20	1	0,0000031	0,0000004
Свинец и его соединения	ПДК м.р.	0,001	1	0,000004	0,000001
Азота оксид	ПДК м.р.	0,085	2	1,2465299	16,39356
Аммиак	ПДК м.р.	0,20	4	0,000185	0,0002
Кислота серная	ПДК м.р.	0,30	2	0,000018	0,000018
Сажа	ПДК м.р.	0,15	3	0,0652581	1,3955639
Серы диоксид	ПДК м.р.	0,50	3		33,5712682
Сероводород	ПДК м.р.	0,008	2	0,000078	0,000321
Углерода оксид	ПДК м.р.	5,0	4	1,3296639	34,5712682
Бензол	ПДК м.р.	0,3	2	0,035154	0,006143
Предельные углеводороды бензинов	ОБУВ	50,0	0	1,326556	0,231806
Амилены (смесь изомеров)	ПДК м.р.	1,5	4	0,043943	0,007678

Ксилол	ПДК м.р.	0,2	3	0,068579	0,5636335
Толуол	ПДК м.р.	0	3	0,25487	0,0044530
Этилбензол	ПДК м.р.	1,0	3	0,000879	0,000154
Бенз(а)пирен	ПДК м.р.	1,0	1	2,527 ⁻⁶	10,155 ⁻⁶
Спирт метиловый	ПДК м.р.	0,5	3	0,00005	0,000046
Бензин	ПДК м.р.	0,5	4	0,200039	0,271623
Углеводороды предельные C12-C19	ОБУВ	1,0	4	0,176226	0,391638
Пыль косточковая	ПДК м.р.	0,5	3	0,02181	0,001570
Окрасочная аэрозоль	ПДК м.р.	0,5	3	0,077075	0,514125
Пыль графитовая	ПДК м.р.	0,50	3	0,00011	0,0000048
Пыль шлака	ПДК м.р.	0,50	3	0,000944	0,0000140
Мазутная зола	ПДК м.р.	0,02	2	0,006622	0,1039670
Пыль неорганическая >70% SiO ₂	ПДК м.р.	0,15	3	0,294872	4,0116476
Пыль абразивная	ОБУВ	0,04	0	0,00119892	0,0005043
Пыль древесная	ОБУВ	0,10	0	0,01179	0,0005043
Пыль полиамида	ОБУВ	0,50	0	0,000046	0,000050
Зола угля	ОБУВ	0,30	0	0,045610	0,227646

3. ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Приняты следующие типы классификации ЧС:

- ✓ по причине возникновения (*преднамеренные и непреднамеренные*);
- ✓ по структуре возникновения (*антропогенные, природные и комбинированные*);
- ✓ по скорости развития (*взрывные, внезапные, скоротечные и плавные*);
- ✓ по масштабам распространения последствий (*локальные или частные, объектовые, местные, региональные, национальные и глобальные*).

Основными количественными критериями, определяющими характер ЧС, являются: *число пострадавших людей, материальный ущерб, кратность превышения ПДК, масса сбрасываемых вредных (ядовитых) веществ (приложения 2,3).*

Современная промышленность отвергла концепцию абсолютной безопасности и пришла к концепции приемлемого (допустимого) риска. Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные, политические аспекты и представляет некоторый компромисс между безопасностью и возможностями ее достижения. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска обычно считается $1 \cdot 10^{-6}$ в год, пренебрежимо малым – индивидуальный риск поражающих воздействий $1 \cdot 10^{-8}$ в год.

Риск - это количественная оценка опасности. Риск события (R_C) характеризует частоту реализации опасности за определенное время, т.е. $R_C = N_O/N_B$, где N_O и N_B - количество реализованных и возможных опасностей соответственно. В отечественной и мировой практике оборудование и процессы считаются безопасными, если вероятность травмы человека для данной отрасли промышленности не превышает 10^{-6} (10^{-5} - по В. Маршаллу) в год. Например, реальный производственный риск ($R_{пр}$) в России составляет примерно 10^{-4} (т.е. 14 тыс. погибающих на 140 млн. работающих), что на один-два порядка выше приемлемого риска. В России в настоящее время нет жестких требований по установлению уровней риска. Согласно «Временным требованиям и критериям оценки риска при нормальной эксплуатации и авариях на промышленных объектах», приняты следующие нормативные значения индивидуального риска в расчете на человека в год:

- ✓ персонал предприятий – $1 \cdot 10^{-5}$;
- ✓ население, находящееся в санитарно-защитной зоне – $1 \cdot 10^{-6}$;
- ✓ население региона – 10^{-6} .

Статистика показывает, что более 80% аварий и катастроф на производстве носит антропогенный характер: 64% аварий происходит за счет нарушения правил эксплуатации техники и 16% - за счет некачественного строительства и монтажа оборудования.

3.1 Оценка устойчивости зданий (сооружений) к воздействию ударной волны

Предполагается, что разрушение здания цеха (офиса) происходит в результате воздействия ударной волны, возникшей в результате аварийного разрушения (взрыва) какого-либо аппарата на заводской площадке. Последствия взрыва определяются величиной давления разрушения инженерного объекта и массой выброса (слива) вредного вещества.

Оценка устойчивости зданий (сооружений) заключается в определении избыточного давления ударной волны ΔP_Φ , вызывающего различные степени разрушения промышленного или административного здания в зависимости от типа и сейсмостойкости конструкции, вида строительного материала, высоты здания и грузоподъемности кранового оборудования внутри цеха промышленного здания. Ориентировочно величина определяется по формуле:

$\Delta P_\Phi = K_{зд} * K_D * K_K * K_M * K_B * K_C * K_{кр}$, кПа, где $K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий тип здания; K_D - коэффициент, учитывающий степень разрушения; K_K - коэффициент, учитывающий тип конструкции; K_M - коэффициент, учитывающий вид строительного материала; K_B - коэффициент, учитывающий высоту здания; K_C - коэффициент, учитывающий сейсмостойкость конструкции; $K_{кр}$ - коэффициент, учитывающий грузоподъемность кранового оборудования.

Значения коэффициентов $K_1 - K_7$ приведены в таблице 11

Сильное разрушение: $\Delta P_\Phi^c = 0,87 * \Delta P_\Phi$

Среднее разрушение: $\Delta P_\Phi^{cp} = 0,56 * \Delta P_\Phi$

Слабое разрушение: $\Delta P_\Phi^{сл} = 0,35 * \Delta P_\Phi$

Таблица 11 – Коэффициенты, отражающие конструкцию промышленного (офисного, административного) здания

К _{зд}		К _р				К _к		
промыш.	офисно-админ.	полн.	сильн.	сред.	слаб.	бескаркас	каркаasn.	мон ж/б
14	23	1	0,87	0,56	0,35	1	2	3,5

К _м				К _в		
кирпич	дерево	ж/б не армированный	ж/б армированный	< 5 м	5-15	> 15 м
1,5	1	2	3	1	0,85	0,8

К _с		К _{кр}				
не сейсмостойкие	сейсмостойкие	10т	20 т	40 т	60 т	100 т
1	1,5	1,05	1,1	1,2	1,3	1,45

3.2 Оценка устойчивости технологического оборудования к воздействию ударной волны

Промышленное оборудование (в первую очередь, дымовые трубы, ректификационные колонны, опоры линий электропередач, реакторы и др.) рассчитываются на действие скоростного напора воздуха, движущегося за фронтом ударной волны. Давление скоростного напора рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{СК} = \frac{2,5\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 720} \Delta P_{\phi}, \text{ кПа,}$$

где ΔP_{ϕ} - избыточное давление во фронте ударной волны, кПа.

При воздействии скоростного напора на объект возникает *смещающая сила*, которая может вызывать:

- ✓ смещение оборудования относительно основания (фундамента) или его отбрасывание;
- ✓ опрокидывание оборудования;
- ✓ мгновенное инерционное разрушение элементов оборудования (ударные перегрузки).

Смещение оборудования может привести к слабым, а в ряде случаев и средним разрушениям. Величина скоростного напора, вызывающего смещение оборудования (расчетная схема представлена на рисунке 1) составляет:

$\Delta P_{СК} = \frac{fmg + Q_B}{C_x lh}$, Па, где f - коэффициент трения (табличная величина); m - масса объекта (оборудования), кг; g - ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$); C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления объекта (табличная величина); l - длина объекта, м (наиболее неблагоприятный случай воздействия ударной волны - перпендикулярно наибольшему размеру предмета); h - высота объекта, м; Q_B - суммарное усилие болтов крепления, работающих на срез, Н.

Величина Q_B равна

$Q_B = \tau_{cp} \frac{\pi d_\sigma^2}{4} n = 0,25 \sigma_T \frac{\pi d_\sigma^2}{4} n$, где τ_{cp} - допустимое напряжение на срез, кг/мм² (н/м²); σ_T - предел текучести стали, кг/мм² (н/м²), для Стали 35 $\sigma_T = 65$ кг/мм² = $6,33 \times 10^8$ н/м²; d_σ - диаметр болта, м; n - количество болтов.

Для незакрепленного оборудования ($Q_B = 0$) величина скоростного напора, вызывающего смещение оборудования, составляет

$$\Delta P_{СК} = \frac{fmg}{c_x l h}, \text{ Па} \quad \Delta P_{СК} = \frac{fmg}{c_x d h}, \text{ Па} \quad \text{при } l=d$$

По величине скоростного напора $\Delta P_{СК}$, используя **рисунок 2**, находят предельное избыточное давление ΔP_ϕ^{lim} , при котором предмет не смещается.

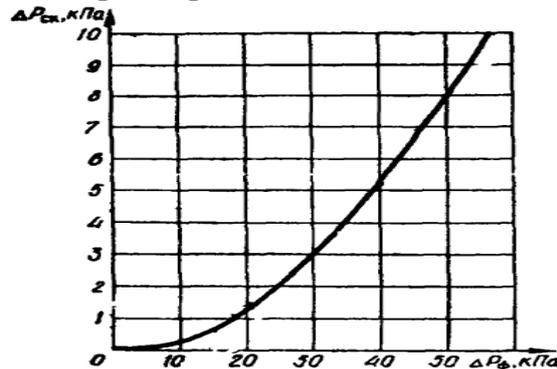
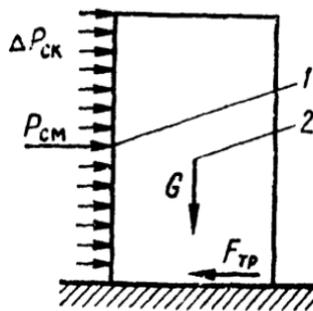


Рисунок 1 – Силы, действующие на объект при смещении: 1 – результирующее давление; 2 – центр тяжести

Рисунок 2 – Зависимость скоростного напора $\Delta P_{СК}$ от избыточного давления ΔP_ϕ^{lim}

Опрокидывание оборудования приводит к средним и сильным разрушениям. Смещающая сила $P_{см}$, действующая на плече $z = h/2$ будет создавать опрокидывающий момент, а вес (масса) оборудования на плече $l/2$ ($d/2$) и реакция крепления Q_r плече l (d) - стабилизирующий момент.

$$\Delta P_{СК} = \frac{l}{c_x z S} \left(\frac{G}{2} + Q_B \right), \text{ Па} \quad \text{При } Q_B = 0$$

$\Delta P_{СК} = \frac{mgl}{2c_x z S}$, где S - площадь объекта со стороны движения ударной волны, м².

При $b = l = d$, где b - наименьший размер (ширина) объекта, м

$$\Delta P_{СК} = \frac{mg}{c_x h^2}, \text{ Па}$$

Суммарное усилие болтов крепления, работающих на разрыв, равно $Q_B = \sigma_p \frac{n}{2}$, где σ_p - допустимое напряжение болта на разрыв, кг/мм² (табличная величина).

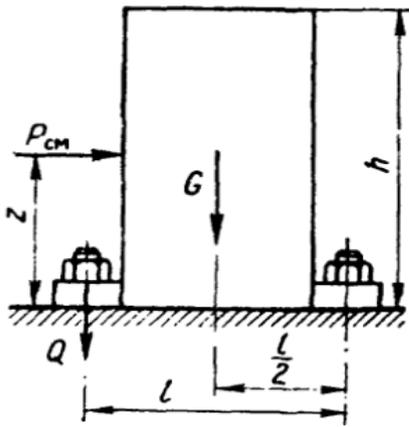


Рисунок 3 – Силы и реакции, действующие на предмет при опрокидывании

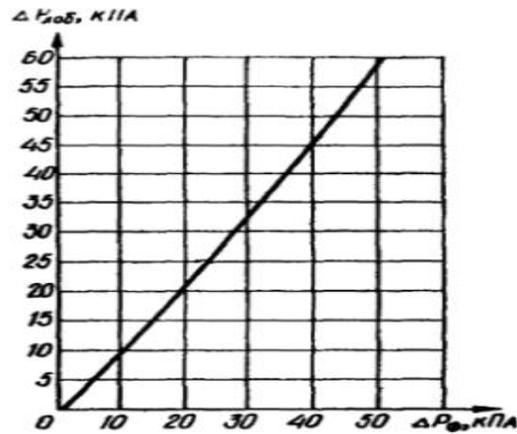


Рисунок 4 – Зависимость избыточного лобового давления $\Delta P_{\text{лоб}}$ от избыточного давления ударной волны $\Delta P_{\text{ф}}$.

По величине скоростного напора $\Delta P_{\text{СК}}$, используя рисунок 1, находят предельное избыточное давление $\Delta P_{\text{ф}}^{\text{lim}}$, при котором оборудование не опрокинется.

Контрольные задания

Задание №1. Определить избыточные давления ударной волны, при которых здание цеха химического машиностроения получит *различные степени разрушения*. Исходные данные: тип здания - каркасный; стены - кирпичные; высота - 10 м; здание не сейсмостойкое; грузоподъемность мостового крана - 10 т.

Задание №2. Определить предельное значение избыточного давления, не вызывающее *смещение* абсорбционной колонны относительно бетонного основания (незакрепленное оборудование). Исходные данные: диаметр колонны $d = 4$ м; высота $h = 60$ м; масса $m = 5 \cdot 10^5$ кг; $f = 0,2$; $C_x = 0,46$. Сделать вывод о том, при каком давлении будет наблюдаться смещение оборудования.

Задание №3. Определить предельное значение избыточного давления, не вызывающее *опрокидывание* абсорбционной колонны. Исходные данные: см. задание 2. Сделать вывод о том, при каком давлении будет наблюдаться опрокидывание оборудования.

4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Экологическая безопасность функционирования химически опасных предприятий зависит от многих факторов, например, физико-химических свойств сырья, полуфабрикатов и готового продукта, характеристик технологического процесса и др. Особенностью работы с вредными (горючими, легковоспламеняющимися) веществами (ВВ) является возможность их потенциального взрыва, пожара и выброса (разлива) в биосферу в количествах, представляющих опасность массового поражения людей, животных и окружающей среды.

Исходя из оценки масштабов реальной опасности, зависящей не только от токсичности вещества, но и от величины их запасов и характера распростране-

ния в атмосфере, перечень ВВ, от воздействия которых в первую очередь необходимо обеспечивать защиту, можно ограничить девятью веществами, *токсикологические* характеристики которых приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Ингаляционные токсодозы, мг/л мин

Наименование ВВ	Смертельные	Вызывающие поражения средней тяжести	Вызывающие начальные симптомы
Хлор	6,0	0,6	0,01
Аммиак	100	15	0,25
Фосген	6	0,6	0,01
Сернистый ангидрид	70	20	0,4-0,5
Фтористый водород	7,5	4	0,4
Цианистый водород	1,5	0,75	0,02-0,04
Сероводород	30	5	0,3
Серовуглерод	900	135	1,5-1,6
Нитрил акриловой кислоты	7	0,7	0,03

Основной характеристикой зоны химического заражения является *глубина распространения облака* зараженного воздуха. Глубина зоны химического заражения для ВВ определяется глубиной распространения *первичного* или *вторичного* облака зараженного воздуха. Первичным облаком называется облако газа (пара, аэрозоля) токсичного вещества, образовавшегося мгновенно (1-3 мин) в результате разрушения или разгерметизации емкости (резервуара). Вторичным облаком называется облако, образовавшееся в результате испарения ВВ с площади его разлива. В таблице 13 приведены глубины опасных зон распространения первичного облака ВВ, образующегося при разрушении емкостей для хранения. Они рассчитаны для средних метеоусловий (*изотермия*, скорость ветра 1 м/с). В условиях *инверсии* глубина распространения будет увеличиваться в зависимости от скорости ветра в 1,1-3,0 раза; при конвекции - уменьшаться.

Таблица 13 – Глубины опасных зон распространения первичного облака ВВ

Наименование ВВ	Объем хранения в резервуарах, т	Глубина распространения первичного облака, км*
Хлор	30-2000	96/26
Аммиак	30-30000	65/22
Фосген	1-300	33,5/17
Цианистый водород	1-300	30/19,5
Серовуглерод	1-300	1,5/0,5
Сероводород	1-300	9,8/3,5
Нитрил акриловой кислоты	1-500	39/11
Сернистый ангидрид	25-200	19/6,6

* *Примечание: числитель - для поражающих концентраций, знаменатель - для смертельных при максимальном объеме.*

✓ Время воздействия опасных концентраций зависит от типа и количества выброшенного (вылитого) ВВ, а также метеоусловий в районе аварии (скорости ветра и температуры окружающей среды), и может колебаться от нескольких часов до нескольких суток.

4.1 Определение количественных характеристик выброса (разлива) ВВ

Площадь зоны *возможного* заражения первичным (вторичным) облаком ВВ (рис. 5) определяется по формуле:

$$S_v = 8,72 \times 10^{-3} \times \Gamma^2 \times \varphi, \text{ км}^2,$$

где Γ - глубина зоны заражения, км;
 φ - угловой размер зоны заражения, град.

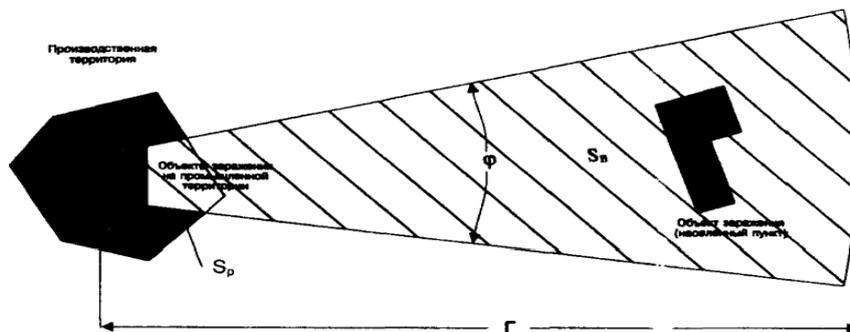


Рисунок 5 - Схема зоны химического заражения:

Γ -глубина зоны заражения, φ - угловой размер зоны заражения, S_v - площадь возможного заражения, S_p - площадь зоны разлива ВВ.

В зависимости от скорости ветра (U) угловые размеры зон возможного заражения составляют:

U , м/с	<0,5	0,6-1	1,1-2	>2
φ , град	360	180	90	45

Площадь зоны *фактического химического* заражения рассчитывается по формуле:

$$S_\phi = K \times \Gamma^2 \times N^{0,2}, \text{ км}^2$$

где K - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха: *при инверсии* - 0,081, *при изотермии* - 0,133, *при конвекции* - 0,235; N - время, прошедшее после начала аварии, ч.

Контрольные задания

Задание № 1. Определить площадь зоны возможного заражения химически вредным веществом в результате аварии на химическом предприятии, если его первичное облако распространилось на расстояние 1 км, а скорость ветра составляет 0,9 м/с.

5. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РИСКА

5.1 Расчет экологического риска

С точки зрения количественной оценки понятие «экологический риск» – отношение величины возможного ущерба от воздействия вредного экологического фактора за определенный интервал времени к нормированной величине интенсивности этого фактора. Унифицированной методики расчета экологического риска нет. Для его определения необходима «точка отсчета» экологической опасности, которая служила бы целью достижения экологической безопасности. В качестве таких «точек отсчета» могут служить экологические нормативы.

Оценка экологического риска – научное исследование, в котором факты и научных прогноз используются для оценки потенциального воздействия на окружающую среду различных загрязняющих веществ и влияний, а управление экологическим риском является процессом принятия решений, в котором учитываются оценка экологического риска, а также технологические и экономические возможности его предупреждения.

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушение функционирования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$R_o = \frac{\Delta O(t)}{O}$, где: R_o – экологический риск ΔO – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени t ; O – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Масштабы экологического риска ΔR оцениваются процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий ΔS_k общей площади рассматриваемого биогеоценоза S :

$$R_o^m = \frac{\Delta S}{S} * 100,$$

Дополнительным косвенным критерием экологического риска может служить интегральный показатель экологичности территории, соотносимой с динамикой плотности населения (численности работающих):

где: O_T – уровень экологичности территории; ΔL – динамика плотности населения (работающих); S – площадь исследуемой территорий; ΔM – динамика прироста численности населения (работающих) в течение периода наблюдения t :

$$\Delta M = G + F - U - V,$$

$$O_T = \pm \Delta L = \frac{\pm \Delta M(t)}{S},$$

где: G, F, U, V - соответственно численность родившихся за наблюдаемый период, прибывших в данную местность на постоянное местожительство, умерших и погибших, выехавших в другую местность на постоянное местожительство (уволившихся).

В этой формуле разность GU характеризует естественный, а FV - миграционный прирост населения на территории (текущая кадры).

Положительные значения уровней экологичности позволяют разделять территории по степени экологического благополучия и, наоборот, отрицательные значения уровней – по степени экологического бедствия. Кроме того, динамика уровня экологичности территории позволяет судить об изменении экологической ситуации на ней за длительные промежутки времени, определить зоны экологического бедствия (демографического кризиса) или благополучия.

Контрольные задания

Задание №1. Оценить масштабы экологического риска возникновения ЧС природного характера для регионов России по данным, представленным в таблице 14. Дать характеристику с рассматриваемой точки зрения Центральному региону.

Таблица 14 – Сравнительная характеристика природных чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории регионов РФ в 2004-2005 гг.

Регион	Площадь, тыс. км ²	Доля (%) от площади РФ	Природные ЧС, тыс. км ²	
			2005 г.	2004 г.
Северо-Западный	1687,0	9,9	40	28
Центральный	650,2	3,8	2	4
Южный	591,3	3,5	38	41
Приволжско-Уральский	2855,5	16,7	14	58
Сибирский	5145,0	30,1	59	36
Дальневосточный	6169,3	31,6	44	61

Задание №2. Рассчитать интегральный показатель экологичности территории Брянской области, соотносимой с динамикой плотности населения (табл. 15). Какова динамика уровня экологичности территории Брянской области? Площадь территории области 34,9 тыс. км².

Таблица 15 – Естественное движение населения в Брянской области за 2000-2002 гг., человек

Показатели динамики населения	Общая численность, чел.	Рождаемость	Смертность
2000	1 433 900	7,7чел./1000 чел.	17,9 чел./1000 чел.
2001	1 419 000	7,7чел./1000 чел.	17,6 чел./1000 чел.
2002	1 410 300	8,5чел./1000чел.	18,8чел./1000чел.

5.2 Методы оценки экологического риска промышленного объекта

В таблице 16 представлены методы оценки риска по ГОСТу.

Таблица 16 – Методы оценки риска (по ГОСТу)

Метод	Описание и применение
Анализ (дерево событий)	Совокупность приемов определения опасности и анализа частот, в которых используется перевод событий в возможные исходы
Анализ видов последствий и критичности отказа	Совокупность приемов определения основных источников опасности и анализа частот с возможными состояниями оборудования
Анализ дерева неисправности	Совокупность приемов определения опасности и частот нежелательного события с помощью которого определяются все пути его развития. Используется графическое изображение.
Исследование опасности и связанных с ней проблем	Совокупность приемов определения основной опасности при помощи которых оценивается каждая часть системы для обнаружения отклонений от назначенных конструкций и последствия этого
Анализ влияния человеческого фактора	Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей на показатели работы системы, влияние ошибок человека на надежность
Предварительный анализ опасности	Выявление источника опасностей, определении системы или событий, которые могут вызывать опасные состояния, характеристике опасностей в соответствии с вызываемыми ими последствиями.
Определение надежности системы	Совокупность приемов анализа частот на основе которых создаются модели системы и резервы для оценки надежности системы.

5.2.1 Качественные методы оценки

Качественные методы – это экспертная оценка, логический анализ и др. Количественные – статистические, аналитические, математические.

Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса:

1. Что плохого может произойти? (Идентификация опасностей)
2. Как часто это может случаться? (Анализ частоты)
3. Какие могут быть последствия? (Анализ последствий)

Процесс риск-анализ содержит этапы: планирование и организация работ, идентификация опасностей, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска.

На этапе оценки риска, выявленные опасности должны быть оценены с точки зрения их соответствия критериям приемлемого риска. При этом как критерии приемлемого риска, так и соответственно результаты оценки риска могут быть выражены как качественно (в виде текста, таблиц), так и количественно путем расчета показателей риска.

Методы: проверочного листа и "Что будет, если...?" относятся к группе качественных методов оценки опасности, основанных на изучении соответствия условий эксплуатации объекта или проекта действующим требованиям промышленной безопасности.

Результат проверочного листа - перечень вопросов и ответов о соответствии объекта требованиям безопасности и указания по обеспечению безопасности. Метод проверочного листа отличается от "Что будет, если...?" более обширным представлением исходной информации и результатов о последствиях нарушений безопасности.

Эти методы наиболее просты (особенно при обеспечении их вспомогательными формами, унифицированными бланками, облегчающими на практике проведение анализа и представление результатов), недороги (результаты могут быть получены одним человеком в течение одного дня) и наиболее эффективны при исследовании безопасности хорошо изученных объектов с известной технологией или объектов с незначительным риском крупной аварии.

Метод анализа вида и последствий отказов

Анализ вида и последствий отказов применяется для качественной оценки безопасности технических систем. Существенной чертой этого метода является рассмотрение каждого аппарата (установки, блока, изделия) или составной части системы (элемента) на предмет того, как он стал неисправным (вид и причина отказа) и как этот отказ воздействует на техническую систему (последствия отказа). Анализ вида и последствий отказа можно расширить до количественного анализа вида, последствий и критичности отказа. В этом случае каждый вид отказа ранжируется с учетом двух составляющих критичности - вероятности (или частоты) и тяжести последствий отказа. Понятие критичности близко к понятию риска и может быть использовано при более детальном количественном анализе риска аварии. Определение параметров критичности необходимо для выработки указаний и приоритетности мер безопасности.

Результаты анализа представляются в виде таблиц с перечнем оборудования, вида и причин возможных отказов, частоты, последствий, критичности, средств обнаружения неисправности (сигнализаторы, приборы контроля и т.п.) и рекомендаций по уменьшению опасности.

В таблице 17 приведены рекомендуемые показатели (индексы) уровня и критерии критичности по вероятности и тяжести последствий отказа (события).

Таблица 17 – Матрица «вероятность - тяжесть последствий»

Ожидаемая частота возникновения (1/год)		Тяжесть последствий			
		катастрофический отказ	критический отказ	некритический отказ	отказ с пренебрежимо малыми последствиями
Частый отказ	>1	А	А	А	С
Вероятный отказ	$1-10^{-2}$	А	А	В	С
Возможный отказ	$10^{-2}-10^{-3}$	А	В	В	С
Редкий отказ	$10^{-3}-10^{-4}$	А	В	С	Д
Практически невероятный отказ	$<10^{-4}$	В	С	С	Д

При анализе необходимо выделять четыре группы, которым может быть нанесен ущерб от аварии: персонал, население, окружающая среда, материальные объекты (оборудование и сооружения промышленного предприятия и близлежащих населенных пунктов).

Категории отказов (степень риска отказа):

А – обязателен детальный анализ риска, требуются особые меры безопасности для снижения риска;

В – желателен детальный анализ риска, требуются меры безопасности;

С – рекомендуется проведение анализа риска и принятие мер безопасности;

Д – анализ и принятие мер безопасности не требуются.

Критерии, приведенные в таблице 17, могут применяться для ранжирования опасности и определения степени риска всего промышленного объекта. В этом случае ранг А соответствует наиболее высокой (неприемлемой) степени риска объекта, требующей незамедлительных мер по обеспечению безопасности. Соответственно, показатели В, С отвечают промежуточным степеням риска, а ранг Д наиболее безопасным условиям. Проблема заключается в учете вкладов рисков неполадок (отказов) составных частей промышленного объекта в общий риск аварии.

Данные методы применяются для анализа проектов сложных технических систем или при модификации опасных производств. Выполняется группой специалистов, состоящей из 3 - 7 человек, в течение нескольких дней, недель.

Метод анализа опасности и работоспособности

Исследуется влияние отклонений технологических параметров (температуры, давления и др.) от регламентных режимов с точки зрения возникновения опасности.

В процессе анализа для каждой производственной линии и блока определяются возможные отклонения, причины и указания по их недопущению. При характеристике отклонения используются ключевые слова "нет", "больше", "меньше", "так же, как", "другой", "иначе, чем", "обратный" и т.п. Применение ключевых слов помогает исполнителям выявить все возможные отклонения. Конкретное сочетание этих слов с технологическими параметрами определяется спецификой производства.

Примерное содержание ключевых слов следующее:

"НЕТ" - отсутствие прямой подачи вещества, когда она должна быть;

"БОЛЬШЕ (МЕНЬШЕ)" - увеличение (уменьшение) значений режимных переменных по сравнению с заданными (температуры, давления, потока);

"ТАК ЖЕ, КАК" - появление дополнительных компонентов (воздух, вода, примеси);

"ДРУГОЙ" - состояние, отличающееся от обычной работы установки (пуск, остановка, повышение производительности и т.д.);

"ИНАЧЕ, ЧЕМ" - полное замещение процесса, непредвиденное событие, разрушение, разгерметизация оборудования;

"ОБРАТНЫЙ" - логическая противоположность замыслу, появление обратного потока вещества.

Результаты анализа представляются на специальных технологических листах (таблицах). Степень опасности отклонений может быть определена количественно путем оценки вероятности и тяжести последствий рассматриваемой ситуации по критериям критичности аналогично методу анализа видов и последствий отказов.

Следует отметить, что рассматриваемый метод так же, как метод анализа видов и последствий отказов, кроме идентификации опасностей и их ранжирования позволяет выявить неясности и неточности в инструкциях по безопасности и способствует их дальнейшему совершенствованию. Недостатки методов связаны с затрудненностью их применения для анализа комбинаций событий, приводящих к аварии.

Рассмотрим пример в таблице 18. Представлен фрагмент результатов анализа опасности и работоспособности цеха холодильно-компрессорных установок.

В процессе анализа для каждой установки, производственной линии или блока определяются возможные отклонения, причины и рекомендации по обеспечению безопасности. При характеристике каждого возможного отклонения используются ключевые слова "нет", "больше", "меньше", "так же, как", "другой", "иначе, чем", "обратный" и т.п. В таблице 17 приведены также экспертные балльные оценки вероятности возникновения рассматриваемого отклонения V , тяжести последствий T и показателя критичности $K = V + T$. Показатели V и T определялись по 4-балльной шкале. Отклонения, имеющие повышенные значения критичности, далее рассматривались более детально, в том числе при построении сценариев аварийных ситуаций и количественной оценке риска.

Таблица 18 - Перечень отклонений при применении метода изучения опасности и работоспособности компрессорного узла цеха холодильно-компрессорных установок (фрагмент результатов)

Ключевое слово	Отклонение	Причины	Последствия	V	T	K	Рекомендации
Меньше	Нет потока вещества	Разрыв трубопровода	Выброс аммиака	2	4	6	Установить систему аварийной сигнализации
		Отказ в системе электропитания	Опасности нет	3	1	4	Повысить надежность системы резервирования

Продолжение таблицы 18

Больше	Повышение давления нагнетания компрессора	Закрыт нагнетательный вентиль	Разрушение компрессора и выброс аммиака	1	2	3	Заменить реле давления, предохранительный и обратные клапаны
		Отсутствует или недостаточная подача воды на конденсатор	Разрушение компрессора и выброс аммиака	1	2	3	-
		Наличие большого количества воздуха в конденсаторе	Образование взрывоопасной смеси	1	3	4	-
	Повышение температуры нагнетания компрессора	Нет потока воды через охлаждаемую рубашку компрессора	Разрушение компрессора и выброс аммиака	1	2	3	Установить реле температуры не компрессорах ВД и НД
		Чрезмерный нагрев паров аммиака на всасывании	Разрушение компрессора и выброс аммиака				-
Меньше	Понижение давления всасывания	Повышенная производительность компрессора	Опасности нет	1	1	2	Проверить реле давления

5.2.2 Логико-графические методы анализа «деревьев отказов и событий»

Практика показывает, что возникновение и развитие крупных аварий характеризуется комбинацией случайных локальных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях аварии (отказы оборудования, человеческие ошибки, внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т.д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа "деревьев отказов и событий".

Метод анализа «Дерево отказов»

При анализе деревьев отказов выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, ошибок персонала и внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к основному событию (аварийной ситуации). Метод используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты (на основе знания частот исходных событий).

Методика построения дерева отказа состоит из следующих этапов:

1. Определяют аварийное (предельно опасное, конечное) событие, которое образует вершину дерева. Данное событие четко формулируют, дают признаки его точного распознавания. Для объектов химической технологии, например, к таким событиям относятся разрыв аппарата, пожар, выход реакции из-под контроля и др. Если конечное событие сразу определить не удастся, то производят прямой анализ работы объекта с учетом изменения состояния работоспособно-

сти, ошибок операторов и т.п. Перечисляют возможные отказы, рассматривают их комбинации, определяют последствия этих событий.

2. Используя стандартные символы событий и логические символы (табл. 19), «дерево отказов» строят в соответствии со следующими правилами:

Таблица 19 – Стандартные символы событий и логические символы

Вид элемента	Наименование	Описание
	Схема И (совмещение)	Выходной сигнал B появляется только тогда, когда поступают все входные сигналы $A_i (A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n) \Rightarrow B$
	Схема ИЛИ (объединение)	Выходной сигнал B появляется при поступлении любого одного или большего числа сигналов $A_i (A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n) \Rightarrow B$
	Результирующее событие	Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы
	Первичный отказ	Отказ (неисправность), причины которого выявлены не полностью, например из-за отсутствия информации
	Неполное событие	Отказ (неисправность), причины которого выявлены не полностью, например из-за отсутствия информации

- ✓ конечное (аварийное) событие помещают вверху;
- ✓ дерево состоит из последовательности событий, которые ведут к конечному событию;
- ✓ последовательности событий образуются с помощью логических символов И, ИЛИ и др.;
- ✓ событие над логическим символом помещают в прямоугольнике, а само событие описывают в этом прямоугольнике;
- ✓ первичные события (исходные причины) располагают снизу.

Простейшее дерево, характеризующее возникновение пожара на объекте, показано на рис. 6. Более сложное дерево аварии, описывающее разрыв химического реактора, представлено на рис. 7.

Исходные события при разрыве реактора следующие: A – закрыт или неисправен предохранительный клапан, B – открыт клапан подачи окислителя, B – неисправна система блокировки при высокой температуре, Γ – малая подача сырья, D – клапан окислителя открыт и неисправен, E – неисправна система регулирования расхода окислителя, $Ж$ – увеличено открытие диафрагмы, $З$ – отсутствует напор.

При построении дерева аварий события располагают по уровням. Главное (конечное) событие занимает верхний – 0-й уровень, ниже располагают события 1-го уровня (среди них могут быть и начальные), затем – 2-го уровня и т.д. Если на 1-м уровне содержится одно или несколько начальных событий, объединяемых логическим символом ИЛИ, то возможен непосредственный переход от начального события к аварии.

3. Определяют минимальные аварийные сочетания и минимальную траек-

торию для построения дерева. Первичные и неразлагаемые события соединены с событием 0-го уровня маршрутами (ветвями). Сложное дерево имеет различные наборы исходных событий, при которых достигается событие в вершине; они называются аварийными сочетаниями.

4. Квалифицированные эксперты проверяют правильность построения дерева. Это позволяет исключить субъективные ошибки разработчика, повысить точность и полноту описания объекта и его действий.

Для дерева рис. 7 сочетание событий *A, B, Г, Д* аварийное. При одновременном возникновении этих событий произойдет разрыв реактора. Минимальным аварийным сочетанием (МАС) называют наименьший набор исходных событий, при котором возникает событие в вершине. Минимальными аварийными сочетаниями являются *A, B, Г*. Полная совокупность МАС дерева представляет собой все варианты сочетаний событий, при которых может возникнуть авария. Минимальная траектория - наименьшая группа событий, без появления которых являются критическими для поддержания объекта в безопасном состоянии.



Рисунок 6 – Возникновение пожара

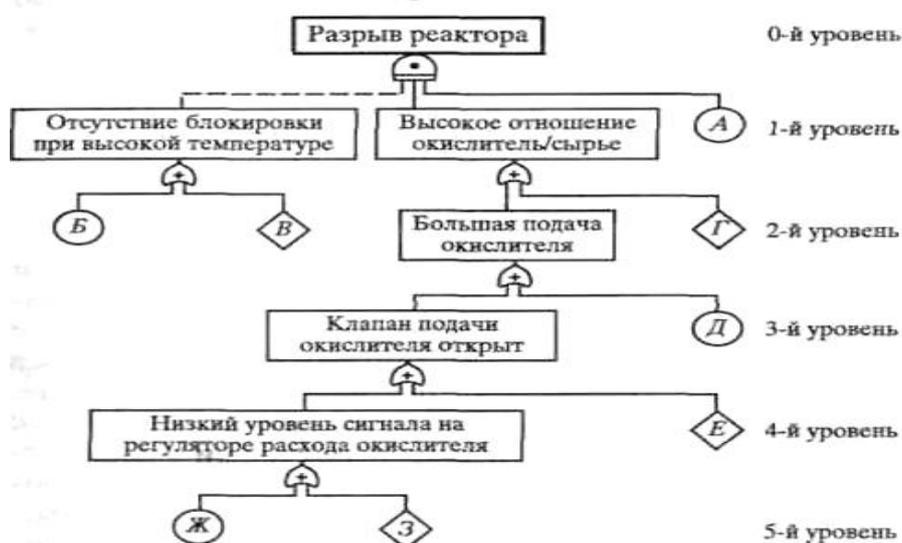


Рисунок 7- Разрыв химического реактора

Метод анализа «Дерево событий»

Набор обстоятельств, ведущих к аварии, называется последовательностью аварии (или сценарием), которую можно проследить с помощью дерева событий. В отличие от деревьев отказов, которые учитывают причинно-следственные связи между отказами элементов, деревья событий дают картину физических процессов, приводящих элементы и систему к критическим состояниям. Анализ дерева событий может дать ответ на вопрос: какие аварийные ситуации могут возникнуть и какие вероятности этих событий? Ответы могут быть получены с помощью анализа потенциальных сценариев аварии. Последовательности потенциальных событий определяются начиная с исходного события и последующего анализа прочих событий, вплоть до того момента, когда авария либо происходит, либо предотвращается. Полную картину риска от промышленного объекта дает анализ всех возможных последствий.

Дерево событий обычно рисуется слева направо и начинается с исходного события. Этим исходным событием является любое событие, которое может привести к отказу какой-либо системы или компонента. В дереве событий исходные события связаны со всеми другими возможными событиями - ветвями, а каждый сценарий представляет собой путь развития аварии, состоящий из набора таких разветвлений.

Определив все исходные события и организовав их в логическую последовательность, можно получить большое число потенциальных сценариев аварии. С помощью анализа дерева событий можно определить пути развития аварии, которые вносят наибольший вклад в риск из-за их высокой вероятности или потенциального ущерба. Анализ ветвей и путей развития аварии позволяет вносить изменения в конструкцию или эксплуатационные процедуры с учетом этих путей, обуславливающих наибольший вклад в суммарный риск.

Методология дерева событий дает возможность:

- ✓ описать сценарии аварий с различными последствиями от различных исходных событий;
- ✓ определить взаимосвязь отказов систем с последствиями аварии;
- ✓ сократить первоначальный набор потенциальных аварий и ограничить его лишь логически значимыми авариями;
- ✓ идентифицировать верхние события для анализа дерева отказов.

Пример простого дерева событий при выполнении сварочных работ, представлен на рисунке 8 (8а - принципиальная схема, 8б - диаграмма событий).

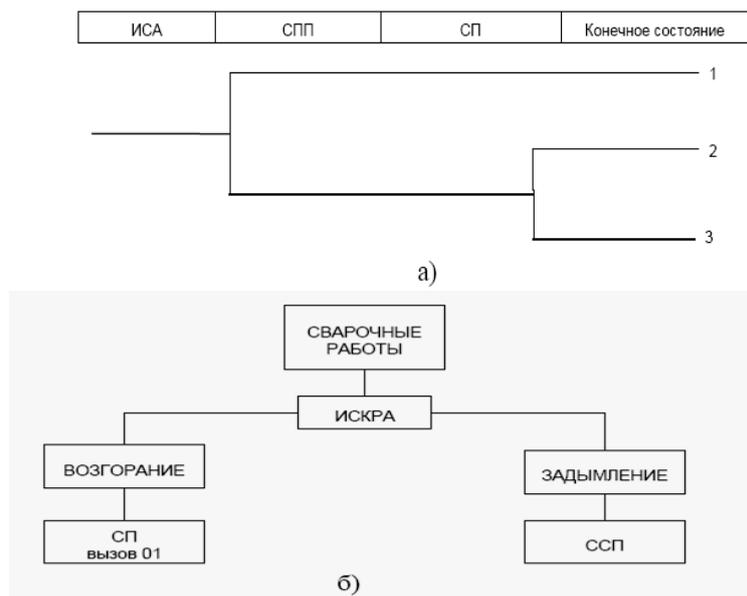


Рисунок 8 – «Дерево событий» при выполнении сварочных работ

Более сложное «дерево событий» представлено на рисунке 9 соответствует гипотетической последовательности событий при аварии с потерей теплоносителя в водоохлаждаемом реакторе АЭС. Начальным событием служит разрыв трубопровода с вероятностью H_0 . Следующие события: пребывание системы электроснабжения и в исправном состоянии с вероятностью S_1 и в неисправном состоянии с вероятностью H_1 ; срабатывание системы аварийного охлаждения с вероятностью S_2 и несрабатывание с вероятностью H_2 ; срабатывание системы удаления продуктов деления с вероятностью S_3 и несрабатывание с вероятностью H_3 ; сохранение целостности защитной оболочки с вероятностью S_4 и нарушение целостности с вероятностью H_4 .

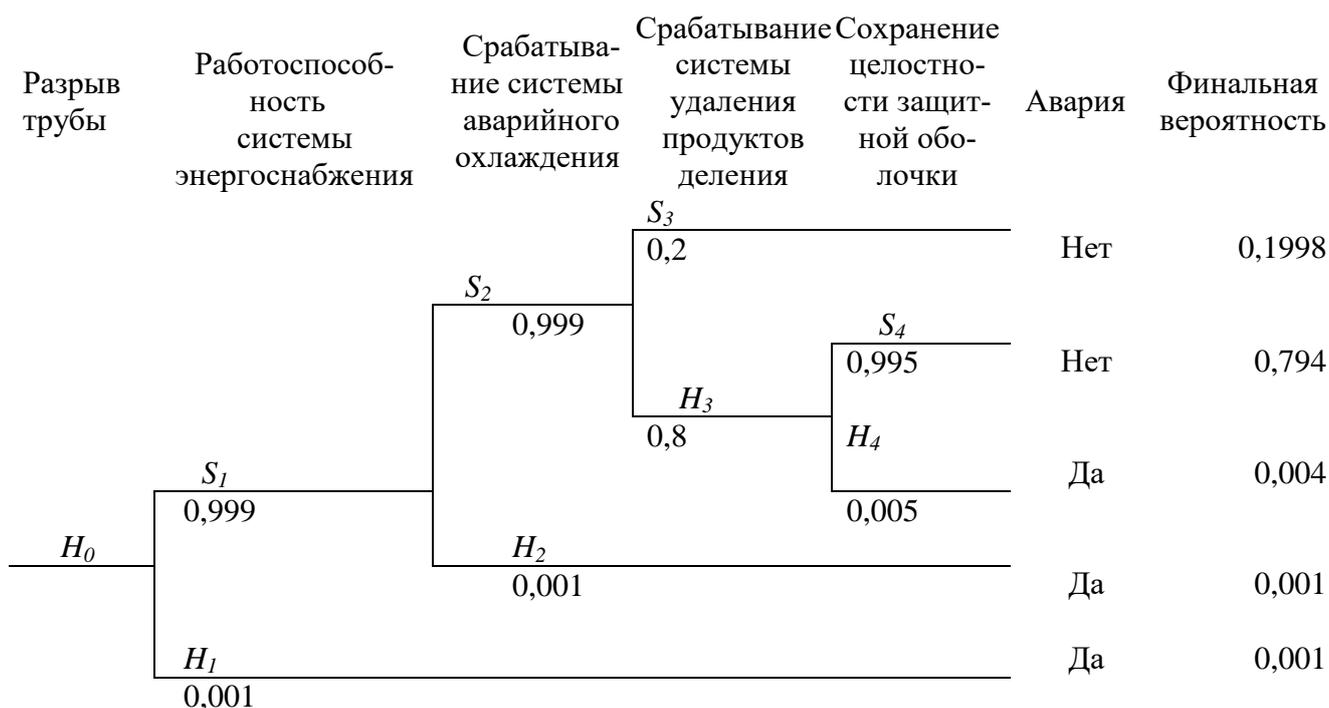


Рисунок 9 – «Дерево событий» при аварии на реакторе

При развитии событий по верхней ветви дерева с вероятностью (в предположении о независимости исходных событий)

$$S = H_0 S_1 S_2 S_3 S_4$$

ожидаются очень небольшие радиоактивные выбросы, при развитии по нижним ветвям - большие и очень большие выбросы.

Пример «Дерева решений» при работе двухэлементной системы (насоса) представлен на рисунке 10 (10а - диаграмма решений, 10б - дерево решений). Метод используется для анализа возникновения аварийной ситуации и расчета ее вероятности (на основе задания вероятностей исходных событий).

А

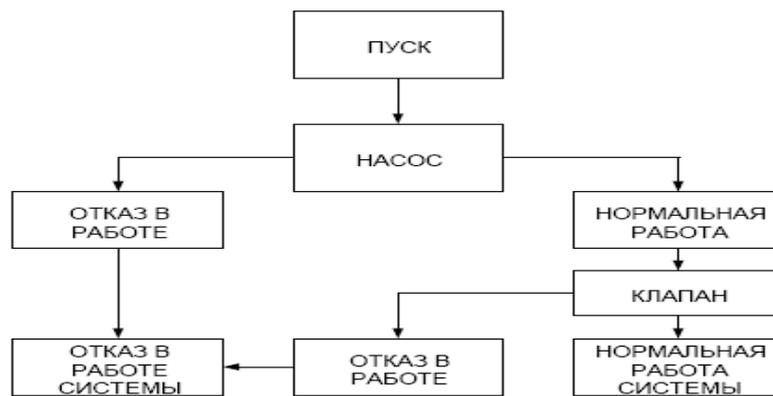
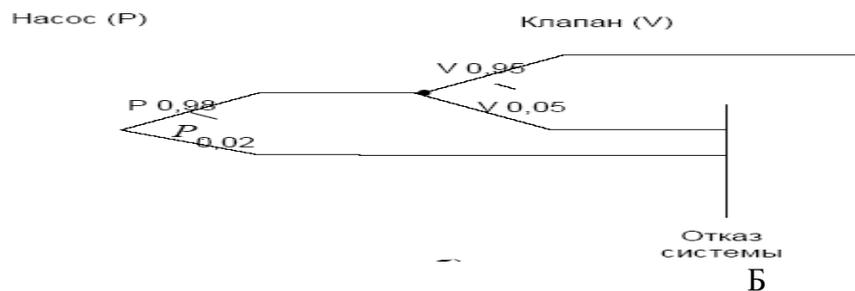


Рисунок 10 - «Дерево решений» при работе двухэлементной системы (насоса)

На рис. 10 показана система последовательно соединенных элементов, которая включает насос и клапан, имеющие соответственно вероятности безотказной работы 0,98 и 0,95, а также приведено дерево решений для этой системы. Следует отметить, что согласно принятому правилу верхняя ветвь соответствует желательному варианту работы системы, а нижняя – нежелательному. Дерево решений читается слева направо. Если насос не работает, система отказывает независимо от состояния клапана. Если насос работает, с помощью второй узловой точки изучается вопрос, работает ли клапан. Вероятность безотказной работы системы $0,98 \cdot 0,95 = 0,931$. Вероятность отказа $0,98 \cdot 0,05 + 0,02 = 0,069$, и суммарная вероятность двух состояний системы равна единице.

Этот результат можно получить другим способом с помощью таблицы истинности (табл. 20).

Таблица 20 - Таблица истинности

Состояние насоса	Состояние клапана	Вероятность работоспособного состояния системы	Вероятность отказа системы
Работает	Работает	0,98x0,95	0,02x0,95
Отказ	”		
Работает	Отказ	0,98x0,05	0,02x0,05
Отказ	”		
Суммарная величина		0,931	0,069

5.2.3 Количественные методы анализа риска

Количественные методы характеризуются расчетом показателей риска, и могут включать один или несколько вышеупомянутых методов (или использовать их результаты). Проведение количественного анализа требует высокой квалификации исполнителей, большого объема информации по аварийности, надежности оборудования, учета особенностей окружающей местности, метеоусловий, времени пребывания людей на территории и вблизи объекта, плотности населения и других факторов.

Количественный анализ риска наиболее эффективен:

- ✓ на стадии проектирования и размещения опасных установок и объектов;
- ✓ при оценке безопасности объектов, имеющих однотипное оборудование (например, магистральные трубопроводы);
- ✓ при необходимости получения комплексной оценки воздействия аварий на людей, материальные объекты и окружающую природную среду;
- ✓ при разработке приоритетных мер по подготовке к чрезвычайным ситуациям в регионе, насыщенном опасными промышленными объектами.

Недостатками количественного анализа риска являются невысокая точность результатов, вследствие чего использование количественных показателей (в частности, вероятности возникновения аварии) в качестве критериев безопасности для сложных производств, как правило, не оправдано.

Количественная оценка риска представляет собой процесс оценки численных значений вероятности и последствий нежелательных процессов, явлений, событий, а, стало быть, к достоверности получаемых оценок надо подходить осторожно. Для численной оценки риска используют различные математические формулировки.

Обычно при оценке риска его характеризуют двумя величинами – вероятностью события P и последствиями X , которые в выражении математического ожидания выступают как сомножители:

$$R=PX$$

По отношению к источникам оценка риска предусматривает разграничение нормального режима работы R_n и аварийных ситуаций $R_{ав}$:

$$R=R_n+R_{ав}=P_nX_n+P_{ав}X_{ав}$$

В случае, когда последствия неизвестны, то под риском понимают вероятность наступления определенного сочетания нежелательных событий:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i$$

Техногенный риск оценивают по формуле, включающей как вероятность нежелательного события, так и величину последствий в виде ущерба U

$$R = PU$$

Если каждому нежелательному событию, происходящему с вероятностью P_i , соответствует ущерб U_i , то величина риска будет представлять собой ожидаемую величину ущерба U_y :

$$R = U_y = \sum_{i=1}^n P_i U_i$$

Если все вероятности наступления нежелательного события одинаковы ($P_i = P, i = 1, n$), то следует

$$R = P \sum_{i=1}^n U_i$$

Когда существует опасность здоровью и материальным ценностям, риск целесообразно представлять в векторном виде с различными единицами измерения по координатным осям:

$$R = UP$$

Перемножение в правой части этого уравнения производится покомпонентно, что позволяет сравнивать риски. Индивидуальный риск можно определить как ожидаемое значение причиняемого ущерба U_y за интервал времени T и отнесенное к группе людей численностью M человек:

$$R = U_y / (MT)$$

Общий риск для группы людей (коллективный риск)

$$R = U_y / T$$

Контрольные задания

Задание №1. Предполагается, что поражение человека электрическим током L является результатом одновременного наложения трех условий: появления электрического потенциала высокого напряжения на металлическом корпусе электроустановки (утюга, стиральной машины) (событие H), нахождения человека на токопроводящем основании, соединенном с землей (событие I), и касания какой-либо частью его тела корпуса электроустановки (событие K).

В свою очередь, событие H будет следствием любого из двух других событий - предпосылок A и B (например, снижения сопротивления изоляции или касания токоведущими частями электроустановки ее корпуса по какой-либо причине); событие I также обусловлено двумя предпосылками – C и D) (нахождением человека на токопроводящем полу или его касанием заземленных элементов); событие K – следствие одной из трех предпосылок - E , F и G (например, необходимости ремонта, технического обслуживания или использования электроустановки по назначению).

Нарисовать дерево отказов, описывающее сценарии поражения человека электрическим током. *Примечание: Аналитическое представление рассмотренного происшествия может быть представлено записью*

$$L = (A + B) + (C + D) * (E + F + G)$$

6. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКАНТОВ

Оценка экологического риска воздействия токсикантов на окружающую природную среду включает три этапа: 1) качественная оценка и идентификация неблагоприятных факторов окружающей среды, включая факторы риска промышленности; 2) количественная оценка риска превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в пределах конкретных производств; 3) анализ полученных результатов и уточнение изучаемых характеристик риска.

Риск возникновения неблагоприятного эффекта определяется как вероятность (в долях единицы) возникновения этого эффекта при заданных условиях: $R = 1 - \exp\left(\frac{\ln 0,84}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}} \cdot K_3}\right) \cdot C$, где: R - риск возникновения неблагоприятного эффекта; K_3 - коэффициент запаса, зависящий от класса опасности вещества: для 1 класса опасности вещества определяется на уровне 7,5; 2 класса - 6,0; 3 класса - 4,5; 4 класса - 3,0; C - концентрация загрязняющего вещества.

Вероятность токсического воздействия вещества $P_{\text{роб}}$ при оценке кратности превышения ПДК м.р. определяется в соответствии с классом опасности:

1-й класс: $P_{\text{роб}} = -9,15 + 11,66 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}})$;

2-й класс: $P_{\text{роб}} = -5,51 + 7,49 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}})$;

3-й класс: $P_{\text{роб}} = -2,35 + 3,73 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}})$;

4-й класс: $P_{\text{роб}} = -1,41 + 2,33 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}})$.

При этом пересчет $P_{\text{роб}}$ в величину риска осуществляется в соответствии с уравнением нормального вероятностного распределения или с помощью соответствующих компьютерных программ «Excel 2000».

Соответствие пробитов и вероятности эффекта показано в таблице 21.

Таблица 21 - Таблица нормально-вероятностного распределения

Prob (пробит)	Risk (риск)	Prob (пробит)	Risk (риск)
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50		

Рассмотрите пример построения расчетной модели анализа риска загрязнения атмосферы бутилацетатом. ($\text{СН}_3\text{СООСН}_2\text{СН}_2\text{СН}_3$) - жидкость, температура кипения 125°C . Обладает слабым наркотическим свойством, вызывает выраженное раздражение глаз и верхних дыхательных путей. Бутилацетат характеризуется следующими параметрами: ПДК = $0,01 \text{ мг/м}^3$, Кз по четвертому классу опасности 3.

Проведем расчет риска по данному загрязнителю:

$$R = 1 - e^{\frac{\ln 0,84}{\text{ПДК} \cdot \text{Кз}} \cdot C} = 1 - e^{\frac{\ln 0,84}{0,3} \cdot C} = 1 - e^{-0,581 \cdot C},$$

1) $C = 0,1 \text{ мг/м}^3$

$$R = 1 - e^{-0,581 \cdot C} = 1 - e^{-0,581 \cdot 0,1} = 1 - 0,9436 = 0,0564$$

2) $C = 0,05 \text{ мг/м}^3$

$$R = 1 - e^{-0,581 \cdot C} = 1 - e^{-0,581 \cdot 0,05} = 1 - 0,9717 = 0,0286$$

3) $C = 0,2 \text{ мг/м}^3$

4) $R = 1 - e^{-0,581 \cdot C} = 1 - e^{-0,581 \cdot 0,2} = 1 - 0,89 = 0,11$

Построим графическую зависимость риска (R) от различных уровней концентрации (C) бутилацетата в воздухе (рис. 11).

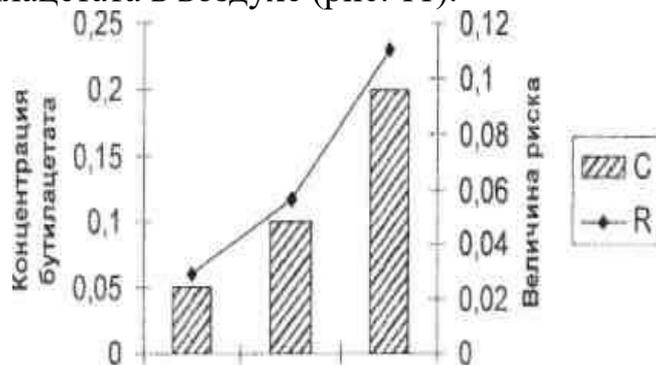


Рисунок 11 - График зависимости величины риска от различных уровней бутилацетата в воздухе

Для вещества 4-го класса опасности, к которому относится бутилацетат (ПДК = 0,01 мг/м), вероятность эффекта (R), выраженная в пробитах, P_{rob} рассчитывается в соответствии с уравнением 4.

$$P_{rob} = -1,41 + 2,33 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р.}}) = -1,41 + 2,33 \lg(10C)$$

1) $C = 0,1 \text{ мг/м}^3$

$$P_{rob} = -1,41 + 2,33 \lg(10C) = -1,41 + 2,33 \lg(10 \cdot 0,1) = -1,41$$

2) $C = 0,05 \text{ мг/м}^3$

$$P_{rob} = -1,41 + 2,33 \lg(10C) = -1,41 + 2,33 \lg(10 \cdot 0,05) = -2,111$$

3) $C = 0,2 \text{ мг/м}^3$

$$P_{rob} = -1,41 + 2,33 \lg(10C) = -1,41 + 2,33 \lg(10 \cdot 0,2) = -0,7086$$

Результаты перевода P_{rob} в величины R представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Соотношение концентраций бутилацетата величинам риска и вероятности токсического воздействия вещества

Бутилацетат		
C	P_{rob}	R
0,05	-2,11	0,017
0,1	-1,41	0,08
0,2	-0,7086	0,24
ПДК = 0,01 мг/м ³ , четвертый класс опасности		

Построенная графическая зависимость параметров C , P_{rob} , R представлена на рисунке 12, согласно которой при концентрациях, меньше ПДК, риск стремиться к нулю, при больших возрастает.

Над осью x – концентрация, столбики под осью x – P_{rob} , кривая под осью x – величина риска.

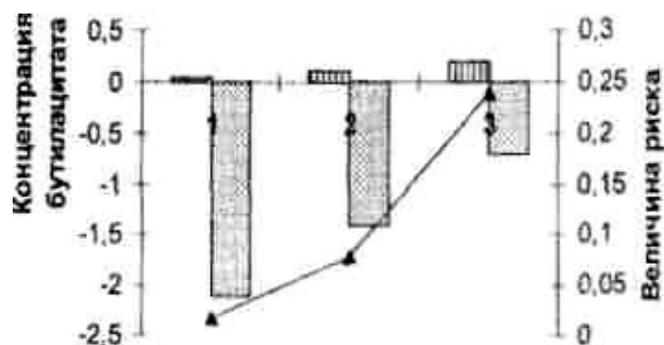


Рисунок 12 - График взаимозависимости концентраций бутилацетата, величин риска и вероятности токсического воздействия

Построена графическая зависимость параметров, согласно которой при концентрациях меньше ПДК, риск стремиться к нулю, при больших возрастает.

Контрольные задания

Задание №1. Определить вероятность возникновения рефлекторных реакций при концентрации сероводорода в воздухе $0,028 \text{ мг/м}^3$. Сероводород относится ко 2-му классу опасности, ПДКм.р. - $0,008 \text{ мг/м}^3$. Вещество относится к 3 классу опасности.

Задание №2. Рассчитать риск загрязнения атмосферы при различных концентрациях ацетона (CH_3CCH_3), при различных концентрациях: 1) $C = 0,35 \text{ мг/м}^3$; 2) $C = 0,1 \text{ мг/м}^3$; 3) $C = 0,5 \text{ мг/м}^3$. ПДК м.р. = $0,35 \text{ мг/м}$. Класс опасности - 4. Построить графическую зависимость величин риска от концентрации ацетона в воздухе. Рассчитать вероятность токсического воздействия ацетона ($P_{\text{гоб}}$) при различных концентрациях. Построить графическую зависимость концентрации ацетона, величин риска и вероятности токсического воздействия вещества, дать анализ.

7. МЕТОД МАТЕРИАЛЬНЫХ БАЛАНСОВ

Метод материальных балансов позволяет провести анализ материальных балансов основных компонентов сырья и материалов, воды, загрязняющих веществ в каждом технологическом звене и на выходе технологии в природную среду. При этом проводится анализ их превращений и переработки в производственном технологическом цикле, потерь при транспортировке, в т.ч. и межоперационной. Обязательно анализируется место размещения промышленного предприятия как источника загрязнений и характеристики выпускаемой продукции (основной и побочной). Дает возможность оценить фактическое воздействие, контролируемое и неконтролируемое по отдельным компонентам, отходам и т.д.

Основой балансовых расчетов являются законы сохранения массы и энергии. При этом внутренняя структура геотехнической системы не вскрывается (принцип «черный ящик»). Материальный баланс составляется на единицу или массу выпущенной продукции (*шт.*, *т*), на единицу массы или объема (*кг*, *м*),

в единицу времени (*час, сутки, год*). При составлении материального баланса для любого технического объекта учитывают состав перерабатываемого сырья, готового продукта, избыток одного (или нескольких) компонентов, определяемый условиями реакции в реальных условиях, степень превращения сырья и возможные потери.

Данные материального баланса позволяют определить:

- ✓ расход сырьевых и вспомогательных материалов при заданной мощности технологического аппарата (линии, цеха, предприятия);
- ✓ выход продукта и объем реакционной зоны аппарата;
- ✓ производственные потери;
- ✓ количество отходов, направляемых окружающую среду.

Балансовые методы материальных потоков позволяют выявить источники выбросов, дать количественную оценку техногенных потоков, выявить качественный состав и агрегатное состояние загрязнителей и, в целом, охарактеризовать все каналы связи технологии и природной среды.

При составлении балансовой схемы выделяют следующие материальные потоки: 1) сбросы, выбросы, неиспользуемые отходы; 2) каждый из материальных потоков делится на контролируемые и неконтролируемые, которые в свою очередь делятся на организованные и неорганизованные; 3) в качестве дополнительных типов потоков используются регулируемые с наличием методов и средств контроля (ПДВ, ПДС, лимиты на размещение)

Рассмотрим пример 1 материального баланса, составленного для отходов основного производства. За отходы примем непригодные для производства данной продукции вследствие изменения своих свойств виды сырья либо возникающие в результате осуществления технологических процессов материалы, вещества, изделия, оборудование, не подвергающиеся утилизации в рассматриваемом производстве и не являющиеся его целью, а также материалы, вещества, изделия в виде готовой продукции, утратившие полностью или частично свои потребительские качества из-за физического и/или морального износа, связанного с технологическими процессами производства, в результате чего они не могут использоваться по прямому назначению.

В общем случае укрупненный материальный баланс по отходам выглядит следующим образом:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_{И} + M_{Д} + M_{НД} + \Delta,$$

где: M_1 - основное сырье и материалы; M_2 - вспомогательное сырье и материалы; M_3 - массовая доля переноса веществ с элементов оборудования и инструментов вследствие износа, коррозии и т.п.; M_4 - готовая продукция; $M_{И}$ - используемые отходы; $M_{Д}$ -декларируемые отходы, подлежащие захоронению, согласно утвержденному лимиту на размещение отходов; $M_{НД}$ - недеклаируемые отходы, в т.ч. неорганизованно размещаемые, размещаемые на территории предприятия и т.д.; Δ - твердая фаза в стоках и выбросах.

Представленный материальный баланс можно подвергнуть любой степени детализации, однако, с определенной небольшой долей погрешности он показывает фактический состав и объем недекларируемых отходов, которые представляют значительную угрозу окружающей среде и экологической безопасности.

Рассмотрим пример 2 и составим схему некоторого производства и аналитическое выражение для определения массы загрязняющих веществ - газопылевых (Г), жидких (Ж) и твердых (Т) отходов производства, поступающих в окружающую среду. Количество сырьевых и вспомогательных материальных ресурсов, вводимых в технологический процесс – $M_{с\text{ и }m_p}$ соответственно; количество вещества, перешедшего в готовую продукцию - M_n ; суммарное количество образовавшихся отходов M_o .

Составим схему материальных потоков в производстве (не вскрывая его структуры - принцип «черный ящик»), включая очистные сооружения, сбор и сортировку твердых отходов, потоки в окружающую среду.

Всего образовалось отходов M_o , в том числе газопылевых $M_o^Г$, жидких $M_o^Ж$, твердых $M_o^Т$.

Отходы поступают в окружающую природную среду через: 1) организованные источники M_o , 2) неорганизованные источники потерь вещества, участвующего в технологическом процессе

$$M_{OH} = \{M_{OH}^Г, M_{OH}^Ж, M_{OH}^Т\}$$

Организованные отходы частично подаются на очистные сооружения или сбор и сортировку.

Часть организованных отходов отводится в окружающую среду без очистки ($M_{BO}^Г, M_{BO}^Ж$).

Уловленные на очистных (или сортировочных) сооружениях отходы: $M_{ул} = \{M_{ул}^Г, M_{ул}^Ж, M_{ул}^Т\}$.

Неуловленные на очистных сооружениях отходах:

$$M_{HY} = \{M_{HY}^Г, M_{HY}^Ж, M_{HY}^Т\}.$$

Уловленные отходы, утилизируемые в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов (ВМР, ВЭР):

$$M_{yT} = \{M_{yT}^Г, M_{yT}^Ж, M_{yT}^Т\}.$$

Уловленные, но не утилизируемые отходы, вывозимые на свалки, полигоны:

$$M_{HYc} = \{M_{HYc}^Г, M_{HYc}^Ж, M_{HYc}^Т\}$$

Таким образом, загрязнение окружающей среды складывается из:

✓ загрязнения газопылевыми выбросами в атмосферу:

$$M_o(A) = M_{OH}^Г + M_{BO}^Г + M_{HY}^Г + M_{HYc}^Г$$

- ✓ загрязнения сточными водами:

$$M_0(\Pi) = M_{OH}^{Ж} + M_{BO}^{Ж} + M_{HY}^{Ж} + M_{HYc}^{Ж}$$

- ✓ загрязнения твердыми отходами:

$$M_0(L) = M_{OH}^T + M_{BO}^T + M_{HY}^T + M_{HYc}^T$$

Суммарное загрязнение окружающей среды при наличии i - веществ, поступающих из j - источников:

$$M_0^{OC} = \sum_1^i \sum_1^j M_0(A) + \sum_1^i \sum_1^j M_0(\Pi) + \sum_1^i \sum_1^j M_0(L)$$

Контрольные задания

Задание №1. Составить схему материального баланса и аналитическое выражение для материальных потоков нефтеперерабатывающего завода (т/год) на основе данных, представленных в таблице 23.

Таблица 23 - Материальные потоки нефтеперерабатывающего завода (т/год)

Количество сырьевых и вспомогательных материальных ресурсов, вводимых в технологический процесс		На выходе	
Исходная нефть	1000000	Товарная продукция	9331813
Вспомогательное сырье	89843	Собственное потребление (топливо и другие нефтепродукты на собственные нужды)	445542
Повторно используемые нефтепродукты	142460	Сероводород (на собственное производство)	16576
в том числе:		Безвозвратные потери в том числе:	
- ловушечный продукт	90040	- углеводороды, сжигаемые в факеле	36942
- нефтешлам текущего выхода в пересчете на нефтепродукты	15296	Декларируемые выбросы углеводородов в атмосферу	46892
- газ от факела	34183	Декларируемые выбросы серы в атмосферу (в пересчете на H ₂ S)	4149
- газовый бензин	2912	Сбросы нефти и нефтепродуктов на биологическую очистку (в том числе декларируемые организованные сбросы в водные объекты)	328 (16,4)
- битумная крошка	29	Прочие сбросы (воды из сырой нефти, соли)	30790
		Неучтенные потери	176811

РАЗДЕЛ 2 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НАРУШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ И ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1 НОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В процессе оценки экологической опасности нарушения производственными объектами компонентов окружающей природной среды должны быть использованы расчетные методы, ориентированные не столько на определение фактического уровня нарушений природных балансов территории, сколько на оценку возможной экологической опасности нарушения производственными объектами компонентов окружающей природной среды и территориальных природных комплексов.

Основные положения, зависимости и расчетные формулы

В настоящее время наиболее полно разработано и научно - обосновано санитарно-гигиеническое нормирование воздействия на атмосферу.

Нормирование выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу производится путем установления значений предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих веществ для всех источников выбросов.

ПДВ – это масса выбросов вредных веществ в единицу времени от данного источника или совокупности источников загрязнения атмосферы производственного объекта (промплощадки, предприятия, населенного пункта, города и т. д.) с учетом перспективы развития всех предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, создающая приземные концентрации, не превышающие их предельно допустимые или ограничений (с осреднением в любой 20-минутный период времени).

Нормативы ПДВ являются основой для проведения экологической экспертизы и планирования.

Первым этапом любого нормирования загрязнения атмосферы является инвентаризация источников выделения и выбросов ЗВ, которая на практике выполняется:

- ✓ методом инструментальных измерений;
- ✓ расчетным методом;
- ✓ на материальном балансе технологического процесса;
- ✓ на использовании удельных показателей выделений ЗВ за единицу времени либо отнесенных к единице оборудования, массе продукции, сырья или расходных материалов.

В действующей природоохранной нормативно-технической документации в области защиты атмосферы от загрязнения приняты следующие понятия.

Источник выделения ЗВ – объект, в котором происходит образование ЗВ (установка, аппарат, устройство, емкость для хранения, двигатель, груда отходов и т. п.).

Источник загрязнения атмосферы (источник выброса) – объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу (труба, вентиляционная шахта, аэрационный фонарь, открытая площадка для стоянки автотранспорта, свалка отходов).

Возможны следующие сочетания источников загрязнения атмосферы (выброса) и источников выделения ЗВ.

✓ Один источник выделения – один источник выброса. Например, котельная имеет одну топочную камеру и одну дымовую трубу.

✓ Один источник выделения – несколько источников выброса. Например, в помещении производится окраска автобуса, а для вентиляции используются три крышных вентилятора.

✓ Несколько источников выделения – один источник выброса. Например, один вентилятор, удаляющий из всех помещений через единую вытяжную систему пыль и газы от пятидесяти ткацких станков.

✓ Несколько источников выделения – ряд источников выброса. Например, в общем помещении цеха работают 3 заточных и 17 металлорежущих станков, 2 поста электросварки и одна газорезка, а для вентиляции используется одна общеобменная приточно-вытяжная вентсистема и 4 местных вытяжных системы.

Стационарный источник– источник, имеющий постоянное место в пространстве относительно заводской системы координат (труба котельной, открытые фрамуги цеха и т. п.).

Передвижной источник– источник, не занимающий постоянное место на территории предприятия (транспортные средства, передвижные компрессоры и дизель-генераторы электросварки и т. п.).

Организованный источник– источник, осуществляющий выброс через специально сооруженные устройства (трубы, газоходы, вентиляционные шахты и т. п.).

Неорганизованный источник– источник загрязнения в виде ненаправленных потоков газа, как результат, например, нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неэффективной работы систем по отсосу газов (пыли) в местах загрузки (выгрузки) или хранения продукта (топлива). К неорганизованным источникам можно отнести пылящие отвалы, открытые емкости, стоянки, площадки малярных работ и т. п.

Точечный источник – источник в виде трубы или вентиляционной шахты с размерами сечения (длина, ширина), близкими друг к другу (трубы круглого, квадратного, прямоугольного сечения и т. п.).

Линейный источник – источник в виде канала (щели) для прохода загрязненного воздуха (газа) с поперечным сечением, имеющим значительную длину: в несколько раз большую, чем ширина (высота), например, ряд открытых, близко расположенных в одну линию оконных фрамуг, либо аэрационные фонари и т. п.

Плоскостной источник – источник, имеющий значительные геометрические размеры площадки, по которой относительно равномерно происходит выделение загрязнений, и в том числе как результат рассредоточения на площадке большого числа источников (бассейн, открытая стоянка транспорта и т. п.).

Отнесение источника выброса к точечному, линейному или плоскостному

типу производится с целью определения математического аппарата, который используется впоследствии при расчете рассеивания загрязнения в атмосфере.

1.1 Нормирование уровня загрязнения атмосферного воздуха

Качество атмосферы – это совокупность свойств атмосферы, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

К нормативам качества атмосферного воздуха относятся ПДК и ОБУВ.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) – максимальная концентрация ($\text{мг}/\text{м}^3$) примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду вредного воздействия (включая отдаленные последствия). Классификация ПДК приведена на рисунке 13.



Рисунок 13 - Классификация предельно-допустимых концентраций

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) ($\text{мг}/\text{м}^3$), определяется расчетным путем в случае отсутствия ПДК, временный гигиенический норматив.

При одновременном присутствии в атмосферном воздухе некоторые вещества обладают эффектом суммации (однонаправленным действием). В этом случае при оценке качества атмосферного воздуха должно выполняться следующее условие:

$$\frac{c_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1$$
, где c_1, c_2, \dots, c_n – концентрации каждого из веществ, обладающих эффектом суммации, $\text{мг}/\text{м}^3$ $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2$ – предельно-допустимые концентрации этих веществ.

Перечень веществ, обладающих эффектом суммации, постоянно дополняется и в настоящее время насчитывает 51 группу веществ однонаправленного действия.

Для каждого проектируемого и действующего объекта, являющегося стационарным источником загрязнения воздушного бассейна, устанавливаются нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ) или временно-согласованных выбросов (ВСВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух ($\text{г}/\text{с}$, $\text{т}/\text{год}$).

ПДВ устанавливаются из условия, что выбросы вредных веществ от данного

источника в совокупности с другими источниками не создают в приземном слое атмосферы концентрацию, превышающую ПДК:

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}$$

1.2 Оценка опасности загрязнения приземной атмосферы

Опасность загрязнений приземной атмосферы j -м производственным объектом (O_j^a) рассчитывается формулой:

$O_j^a = \sum_{i=1}^n A_i \cdot M_i$ (усл. тыс. т), где: n - число ингредиентов загрязняющих веществ; A_i - коэффициент опасности i -го вещества, усл.ед.; M_i - масса i -го вещества, поступающего в атмосферу от всех источников j -го производственного объекта, тыс. т.

Коэффициент опасности i -го вещества (A_i) определяется алгоритмом:

$$A_i = \frac{1}{C_i} \cdot \Pi_1 \cdot \Pi_2 \cdot \Pi_3 \text{ (усл. ед)},$$

где: C_i - лимитирующая концентрация i -го вещества в организме человека вследствие дыхания; Π_1 -поправка на рассеивание i -го вещества в приземной атмосфере (без размерности); Π_2 – поправка на вероятность накопления i -го вещества в природных компонентах; Π_3 - поправка на воздействие i -го вещества на различные реципиенты, помимо человека.

Значение C_i рассчитывается алгоритмом:

$C_i = \frac{C_{\text{ПДК}}}{m}$ (усл. ед) где: $C_{\text{ПДК}}$ - среднесуточная ПДК i -го загрязнителя, мг/м; m - средняя масса человека (70 кг).

Значения Π_1 , Π_2 и Π_3 избираются из таблиц 24, 25, 26.

Таблица 24- Значения поправок на рассеивание загрязнителей в приземной атмосфере

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок (Π_1)
1. Твердые аэрозоли и все выбросы автотранспорта	5,0
2. Газообразные загрязнители	1,5

Таблица 25- Значения поправок на вероятность накопления загрязнителей в природных компонентах среды

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок (Π_2)
1	2
1. Металлы и оксиды ванадия, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра, кадмия, сурьмы, олова, платины, ртути, свинца, урана	5,0
2. Металлы и оксиды натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, висмута, кремния, бериллия, других вредных компонентов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), включая бензапирен	2,0
3. Прочие (газообразные, кислоты, щелочи в аэрозолях и т. д.)	1,0

Таблица 26 - Значения поправок воздействий загрязнителей на различные реципиенты помимо человека

Виды загрязнителей	Усредненные значения поправок (П ₃)
1. Испаряющиеся легкодиссоциирующиеся кислоты и щелочи (фтористый водород, соляная, серная кислоты и т. п.), молекулярный фтор, хлор, сернистый газ, сероводород	2,0
2. Окислы азота, сероуглерод, озон, растворимые неорганические соединения фтора	1,5
3. Органические пыли (не содержащие ПАУ), древесная пыль, нетоксичные металлы, их окислы, альдегиды, аммиак, неорганические соединения кремния, плохорастворимые соединения фтора	1,2
4. Токсичные металлы, их окислы, легкие углеводороды, окиси углерода и прочие загрязнители	1,0

Суммарная величина массы загрязняющих веществ (M) определяется массами выбросов ингредиентов загрязнений, имеющимися в данном производственном объекте источниками по формуле:

$$M = M_1 + (M_2 + M_3 + M_4) \cdot h,$$

где: M_1 - масса выбросов от организованных стационарных источников, тыс. т. (данные выбираются из статформы «2-ТП воздух», «Экологических паспортов» предприятий); M_2 - масса выбросов от неорганизованных стационарных источников, тыс. т. (данные выбираются из статформы «2-ТП воздух»); M_3 - масса выбросов от подвижных источников, тыс. т.; M_4 - масса выбросов от децентрализованных источников теплоснабжения, тыс. т.; h - поправочный коэффициент малой высоты источников выбросов, увеличивающий опасность загрязнения; экспертно определенная величина коэффициента - 1,4 (для стационарных организованных источников - 1,0). M_3 определяется, исходя из объемов потребленного бензина или дизельного топлива, по формулам:

$$M_3 = M \cdot d \cdot 10^{-3}$$

где: M - масса потребленного топлива, тонн (данные берутся из топливно-энергетических балансов), d - удельные выбросы ингредиентов загрязнения на единицу топлива, кг/т.

M_4 , определяется аналогичным путем:

$$M_4 = M \cdot d \cdot 10^{-6}$$

где: M - объем потребленного топлива, м³ (данные берутся из топливно-энергетических балансов, а также - из отчетов местных нефтебаз и жилищно-коммунальных управлений); d - удельные выбросы ингредиентов загрязнения на единицу топлива, г/м³.

Удельные нормативы выбросов ингредиентов загрязнений на единицу топлив указаны в таблицах 27, 28.

Таблица 27 - Нормативы массы выбросов ингредиентов загрязнения (в кг) на тонну использованного топлива автотранспортом

Ингредиент загрязнения	Карбюраторные двигатели	Дизельные двигатели
Окись углерода	270	35
Углеводороды	34	11
Окись азота	28	51
Сажа	0,8	5
Окислы серы	0,7	44,5
Соединения свинца	0,24	-

Таблица 28 - Усредненные нормативы массы выбросов ингредиентов загрязнения (в граммах) на 1 м³ сожженного топлива децентрализованными источниками теплоснабжения

Ингредиенты загрязнения	Виды топлив		
	уголь	мазут	газ
Пыль, сажа	20	4	0,3
Окись серы	45	40	
Окись азота	8	10	2,5
Окись углерода	15	15	0,25

Контрольные задания

Задание №1. Оценить качество атмосферного воздуха по приведенным данным таблицы 29.

Таблица 29 - Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	Фактическая концентрация, мг/м ³	ПДК _{М.Р.} , мг/м ³	Оценка качества атмосферного воздуха
1	2	3	4
сероводород, H ₂ S	0,007		
оксид азота, NO	0,35		
ангидрид сернистый, SO ₂	0,46		
диоксид азота, NO ₂	0,078		
бензин, пары	4,9		
кислота серная, H ₂ SO ₄	0,19		

Задание №2. Рассчитать опасность загрязнений приземной атмосферы ОАО «Домостроительный комбинат», используя данные таблиц 30, 31.

**Таблица 30 - Масса и видовой состав выбрасываемых в атмосферу
загрязняющих веществ от стационарных источников
ОАО «Домостроительный комбинат»**

Наименование вещества	Код загрязняющего вещества	Используемый критерий	Значение, мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества, т/год
1	2	3	4	5	6
Железа оксид	0123	ПДКс.с.	0,04	3	0,181
Диоксид марганца	0143	ПДКс.с.	0,001	2	0,0206888
Хром шестивалентный	0203	ПДКс.с.	0,0015	1	0,0003
Диоксид азота	0301	ПДКс.с.	0,004	2	8,2178982
Оксид азота	0304	ПДКс.с.	0,06	3	18,304
Серная кислота	0322	ПДКс.с.	0,10	2	0,000021
Сажа	0,28	ПДКс.с.	0,05	3	0,635
Сернистый ангидрид	0330	ПДКс.с.	0,05	3	1,301547
Оксид углерода	0337	ПДКс.с.	3,00	4	43,784
Фтористый водород	0342	ПДКс.с.	0,005	2	0,001402
Фториды плохо растворимые	0344	ПДКс.с.	0,03	2	0,005649
Стирол	0620	ПДКм.р.	0,04	2	0,000127
Бенз (а) пирен	0703	ПДКс.с.	0,000001	1	2,19 ⁻⁵
Бензин	2704	ПДКс.с.	1,50	4	1,858911
Масло минеральное	2735	ОБУВ	0,05	4	0,038828
Пыль древесная	2936	ОБУВ	0,10	5	1,754
Пыль неорганическая > 70% SiO ₂	2907	ПДКс.с.	0,05	3	1,973
1	2	3	4	5	6
Пыль неорганическая 70-20% SiO ₂	2908	ПДКс.с.	0,01	3	110,852
Пыль неорганическая до 20% SiO ₂	2909	ПДКс.с.	0,15	3	1,339195

Таблица 31 - Объем потребленного топлива передвижными источниками ОАО «Домостроительный комбинат»

Вид топлива	Фактическое потребление, т/год
Бензин АИ 93 неэтилированный	17,8
Дизельное топливо	427,6
Моторное масло	14,3
Бензин А 76, 72 неэтилированный	109,7

2 НАХОЖДЕНИЕ НОРМАТИВОВ ПДВ. КОРРЕКТИРОВКА РАЗМЕРОВ ССЗ

Работа по установлению нормативов ПДВ начинается с инвентаризации выбросов загрязняющих веществ – систематизации сведений о распределении источников на территории, количестве и составе выбросов.

В случаях, когда расчеты показывают (например, с учетом существующего фона) превышения ПДК в контрольных точках при существующих выбросах, которые по ряду объективных причин не могут быть снижены предприятием в короткий срок, вводится поэтапное снижение выбросов ЗВ до значений, обеспечивающих соблюдение ПДВ, а до этого момента устанавливается норматив временно согласованного выброса (ВСВ).

Проект нормативов ПДВ/ВСВ согласовывается с территориальными органами Государственного экологического контроля в сфере охраны атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического надзора страны.

На основании утвержденных нормативов ПДВ в установленном порядке выдается разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, взимается плата за загрязнение.

Соблюдение установленных нормативов контролируется или самим предприятием – это производственный экологический контроль (с возможным привлечением сторонней специализированной организации), или органами, уполномоченными на проведение государственного экологического контроля.

При наличии совокупности источников выброса их вклады учитываются в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации C_{ϕ} ($\text{мг}/\text{м}^3$), которая характеризует загрязнение атмосферы в рассматриваемом месте создаваемое другими источниками, исключая данный. За фоновую концентрацию принимается такое значение концентрации, которое превышает не более чем в 5% случаев. Определение C_{ϕ} производится местными органами Государственной гидрометеорологической службы страны по единой методике на основании данных наблюдений за загрязнением атмосферы.

Для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вблизи экологически опасных предприятий, создаются ССЗ (санитарно-защитные зоны, отделяющие жилье квартиры от предприятий) (рис. 15). В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами» СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, введенными в действие в 2003 г., все предприятия в зависимости от специфики производства разделены на несколько санитарных классов, для каждого из которых установлено 5 классов санитарно-защитных зон (СЗЗ).

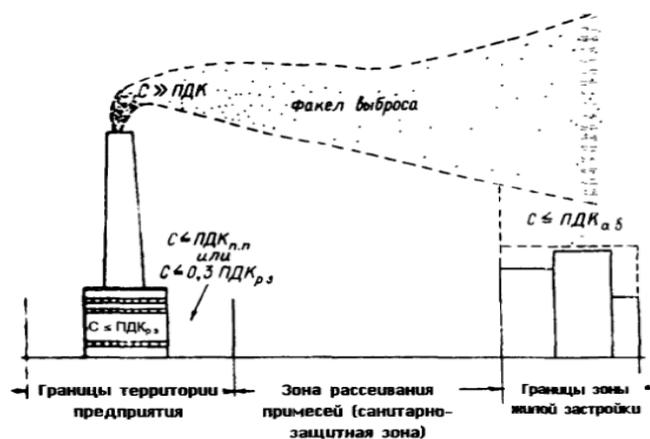


Рисунок 14 – Схема нормирования примесей вредных веществ по зонам жизнедеятельности человека

Размеры СЗЗ проверяются расчетом загрязнения атмосферы с учетом перспективы развития предприятия и фактического загрязнения атмосферного воздуха.

а. Расчет нормативов ПДВ

а) Расчет предельно допустимого вредного выброса вещества при $C_{\phi}=0$
Для нагретого выброса:

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n}, \text{ Г/с}$$

Для холодного выброса :

$$\text{ПДВ} = 8\text{ПДК} \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * H}}{A_1 * F * D * n}, \text{ Г/с}$$

Для нескольких источников выбросов:

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_c * \Delta T}}{A * F * m * n}, \text{ Г/с}$$

где $V_c = V_1 + V_2 + \dots + V_n$,

H - высота источника выброса, м; V_1 - объемный расход газовой смеси; $\text{м}^3/\text{с}$; ΔT - разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; A - коэффициент температурной стратификации атмосферы, принимается в зависимости от региона; F - коэффициент, зависящий от скорости оседания вредных веществ в воздухе; m, n - коэффициенты условий выхода газовой смеси из устья источника; D - диаметр устья источника, м; V_c - суммарный объем газовой смеси, $\text{м}^3/\text{с}$; V_1, V_2, \dots, V_n - объем газа, выбрасываемый каждым источником, $\text{м}^3/\text{с}$.

б) Расчет ПДВ если C_{ϕ} не равно 0.

Значение ПДВ (Г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях $C_{\phi} < \text{ПДК}$ рассчитывается по формуле, принимая ПДК - C_{ϕ}

Для нагретого выброса:

$$\text{ПДВ} = (\text{ПДК} - C_{\phi}) * \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n}, \text{ Г/с}$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$, т.е. для холодного выброса

$$\text{ПДВ} = 8(\text{ПДК} - C_{\phi}) * \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * H}}{A_1 * F * D * n}, \text{ Г/с}$$

Для нескольких источников выбросов:

$$\text{ПДВ} = (\text{ПДК} - C_{\phi}) * \frac{H^2 * \sqrt[3]{V_c * \Delta T}}{A * F * m * n}, \text{ Г/с},$$

где $V_c = V_1 + V_2 + \dots + V_n$,

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации C_{ϕ}^1 , из которой исключен вклад рассматриваемого источника. Значение C_{ϕ} находится по формулам:

$$\begin{aligned} C_{\phi}^1 &= C_{\phi} (1 - 0,4 * C_{max}^0 / C_{\phi}) && \text{при } C_{max}^0 \leq 2C_{\phi}, \\ C_{\phi}^1 &= 0,2 * C_{\phi} && \text{при } C_{max}^0 > 2C_{\phi}, \end{aligned}$$

где C_{max}^0 – общая максимальная концентрация вещества от совокупности источников рассматриваемого предприятия на границе нормативной СЗЗ или в зоне жилой застройки.

Примечание. Для вновь строящегося источника (предприятия) $C_{\phi}^1 = C_{\phi}$

Значения фоновых концентраций на момент достижения предельно допустимых выбросов (на перспективу) ($C_{\phi,п}^1$) для предприятий определяются по формулам:

$$\begin{aligned} C_{\phi,п}^1 &= (C_{\phi}^1 / (C_{max}^0 / C_{\phi})) * \text{ПДК} && \text{при } C_{max}^0 + C_{\phi} > \text{ПДК}, \\ C_{\phi,п}^1 &= \text{ПДК} && \text{при } C_{max}^0 + C_{\phi} \leq \text{ПДК} \end{aligned}$$

Значение разрешенной концентрации на границе СЗЗ:

$$C_{разр} = \text{ПДК} - C_{\phi,п}.$$

$$\text{Коэффициент превышения: } K_{прев} = C_{max}^0 / C_{\phi}$$

2.2 Расчетный размер СЗЗ

Каждое предприятие, имеющее источники загрязнения среды, должно иметь СЗЗ. Выделяется пять классов предприятий по степени их экологической опасности. В зависимости от класса устанавливается *нормативный* размер СЗЗ, который зависит от мощности, условий осуществления технологического процесса, характера и количества выделяемых в окружающую среду ВВ и других факторов в соответствии с санитарной классификацией предприятий. В зависимости от класса предприятия размеры СЗЗ составляют: I класса - 2000 м; II класса - 1000 м; III класса - 500 м; IV класса - 300 м; V класса - 100 м. Например, к I классу относятся предприятия химического комплекса, имеющие аммиак (ж.), ангидрид сернистый (ж.), двуокись азота, кислоту синильную, метилакрилат, нитрил акриловой кислоты, сероуглерод, триметиламин, фосген, хлор (ж.), кислоту азотную, удобрения азотные и др. В целлюлозно-бумажном комплексе целлюлозно-бумажном комплексе цехи варки целлюлозы также относятся к I классу, а производящие бумагу и картон из привозных полуфабрикатов - к IV. К V классу относят производства полиграфических красок, неорганических реактивов (при отсутствии хлорного ингредиента), а также производства пластмасс и синтетических смол.

Согласно СанПиН размер СЗЗ, может быть определен по формуле:

$$S = \sum_{j=n}^R \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} * N_1 + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} * N_2 + \frac{C_K}{\text{ПДК}_K} * N_K \right] + \frac{C_{\phi}}{\text{ПДК}}$$

где C_1, C_2, C_k - расчетная приземная концентрация загрязняющих веществ характеризующего производства; ПДК₁, ПДК₂, ПДК_к - ПДК данных веществ; $\frac{C_{\phi}}{\text{ПДК}}$ - показатель фоновых концентраций; N_1, N_2, N_k - переводные коэффициенты, зависящие от класса опасности вещества; R - число румбов для расчета показателя; j - номер румба; n - количество расчетных точек; - одно из расчетных направлений от источника загрязнения (румб).

Таким образом, мероприятия по защите атмосферного воздуха должны рассматриваться на предприятиях как составная часть общего плана по охране окружающей среды и включать две стадии: определение необходимости осуществления мероприятий по сокращению выбросов и снижению уровня загрязнения воздуха, а затем определение конкретного содержания мероприятий, обеспечивающих требования государственных стандартов.

Мероприятия, направленные на снижение уровня загрязнения воздуха, нужно осуществлять, если в результате расчетов (для n источников) выполняются условия:

для атмосферного воздуха населенных пунктов

$$\text{ПДК} \leq \sum_{i=1}^n C_i + C_{\phi}$$

для воздуха промышленных площадок

$$0,3\text{ПДК}_{\text{р.з.}} \leq \sum_{i=1}^n C_i + C_{\phi}$$

После определения необходимости осуществления мероприятий по снижению уровня загрязнения воздуха должно быть разработано их конкретное содержание. Разработка мероприятий начинается с определения требуемой степени очистки выбросов η по каждому источнику:

$$\eta = \frac{M}{\text{ПДВ}} * 100\%$$

где M - фактическое количество вредного вещества, выбрасываемого из источника.

Длину санитарно-защитной зоны по всем направлениям можно определить по формуле:

$$L_i = X_p \frac{P}{P_0}.$$

X_p - расстояние от источника выбросов до границы санитарно-защитной зоны (зависит от класса предприятия);

P – количество дней в году, когда ветер дует в определенном направлении;
 P_0 – процент, приходящийся на одно направление ветра в году.

$$P_0 = \frac{100}{8} = 12.5\% .$$

Таким образом, можно рассчитать длину санитарно-защитной зоны во всех направлениях (север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад) и соответственно ее определить.

Например, согласно выполненным расчетам санитарно-защитная зона имеет размер: С – 360 м.; СВ – 384 м.; В – 384 м.; ЮВ – 288 м.; Ю – 336 м.; ЮЗ – 240 м.; З – 144 м.; СЗ – 264 м и соответствующий вид (рис.15).

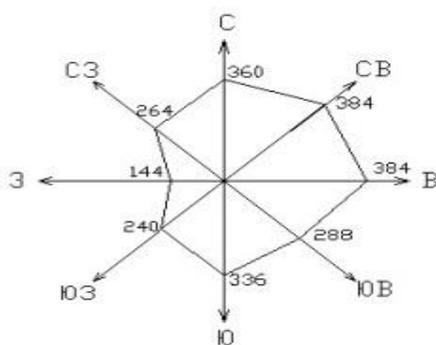


Рисунок 15 – Размер санитарно-защитной зоны

Контрольные задания

Задание №1. Используя условия задания №1 темы №10, рассчитать ПДВ диоксида серы, оксидов азота и оксида углерода. ПДК возьмите из таблицы 24. Фоновые концентрации: диоксида серы – $0,01 \text{ мг/м}^3$, оксидов азота – $0,06 \text{ мг/м}^3$, оксида углерода – $7,5 \text{ мг/м}^3$. Значения ПДК загрязняющих веществ в *Приложении 1*.

Задание №2. Рассчитать размер санитарно-защитной зоны для предприятия, если расстояние от источника выбросов ЗВ до границы санитарно-защитной зоны составляет 300 м. Количество дней в году, когда ветер дул в северном направлении - 16; северо-восточном - 15; восточном -12; юго-восточном - 16; в южном-10; в юго-западном- 14; в западном- 6; в северо-западном-10.

3 АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИСТОЧНИКОВ ИХ ВЫБРОСОВ

Приоритетность i -ой примеси определяется по величине параметра Φ_i .

Для « N » источников:

$$\Phi_i = \frac{1000}{H} * \sum_{j=1}^N \frac{M_{ij}}{ПДК_i} j - \text{номер источника;}$$

H_i – средневзвешенная высота источников выброса i -го вещества:

$$H_i = \frac{5 \sum_{j_1=1}^{m_1} M_{j_1(0 \div 10M)} + 15 \sum_{j_2=1}^{m_2} M_{j_2(11 \div 20M)} + 25 \sum_{j_3=1}^{m_3} M_{j_3(21 \div 30M)} + \dots +}{\sum M_{ij}}$$

где $j_1=1,2,\dots,m_1$ количество источников высотой $0 \div 10$ м;

$j_2=1,2,\dots,m_2$ количество источников высотой $11 \div 20$ м;

$j_3=1,2,\dots,m_3$ количество источников высотой $21 \div 30$ м и т.д.

$M_{j_1(0 \div 10M)}, M_{j_2(11 \div 20M)}, M_{j_3(21 \div 30M)}$, и т.д. – масса i -го вещества выбрасываемого в единицу времени источниками, высота которых равна $0 \div 10$ м, $11 \div 20$ м, $21 \div 30$ м и т.д.

$\sum M_{ij}$ – суммарный выброс i -го вещества из всех источников.

Чем больше Φ_i , тем приоритетнее загрязняющее вещество.

Источники выбросов ЗВ в атмосферном воздухе классифицируют на основе двух параметров:

✓ ТПВ (требуемое потребление воздуха, в котором необходимо разбавить выбрасываемую примесь, чтобы довести ее концентрацию до ПДК):

$$\text{ТПВ}_j = 10^3 M_j / \text{ПДК}_i, (\text{м}^3/\text{с})$$

✓ Параметр разбавления – R

$$R_j = \frac{D}{D_j + H_j} \cdot \frac{q_y}{\text{ПДК}_i}$$

где D, H – диаметр и высота источника выброса, м;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -ой примеси, мг/м³;

q_y – концентрация примеси в устье источника:

$$q_y = 1000(M_j/V_j),$$

где M_j – массовый выброс загрязняющей примеси, г/с; для примесей, обладающих комбинированным эффектом воздействия рассчитывается приведенный выброс.

V_j – объемная скорость выхода газа из устья источника.

Приоритетность j – того источника по i – му загрязнителю определяют и по параметру R.

Чем больше значение параметра R, тем приоритетнее (т.е. опаснее) источник выброса загрязняющего вещества.

4 РАСЧЕТ ПДС ДЛЯ ВОДОТОКОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИСТОЧНИКОВ ИХ СБРОСА

4.1 Расчет загрязнения поверхностных вод

Работа промышленных предприятий связана с потреблением воды. Вода используется в технологических и вспомогательных процессах или входит в состав выпускаемой продукции. При этом образуются сточные воды, которые подлежат сбросу в близлежащие водные объекты.

Сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований применительно к воде водного объекта в зависимости от вида водопользования.

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны соответствовать санитарным требованиям в зависимости от вида водопользования.

Нормы качества воды водных объектов включают в себя:

1. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в зависимости от вида водопользования;
2. Перечень ПДК нормированных веществ в воде водных объектов для различных видов водопользования.

В расчетном створе вода должна удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используется ПДК.

1. При сбросе сточных вод в водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования расчетный створ должен устанавливаться на водотоках в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территории населенного пункта и т. п.), а на непроточных водоемах и водохранилищах — в одном километре в обе стороны от пункта водопользования.

2. При сбросе сточных вод в водные объекты рыбохозяйственного водопользования расчетный створ определяется в каждом конкретном случае республиканской (областной) администрацией по представлению органов Госкомприроды, но не далее чем в 500 м от места сброса сточных вод.

Таким образом, для разных видов водопользования качество воды водного объекта при сбросе в него сточных вод должно соответствовать в расчетном створе нормам (рис. 16).

При сбросе сточных вод в водные объекты санитарное состояние водного объекта в расчетном створе считается удовлетворительным, если соблюдается следующее условие:

Z

$$\sum C_{p,c} / \text{ПДК}_Z \leq 1$$

1

где $C_{p.c}$ - концентрация i -го вещества в расчетном створе при условии одновременного присутствия z веществ, относящихся к одному и тому же ЛПВ; $i = 1, 2, \dots, z$; z - количество веществ с одинаковым ЛПВ; ПДК $_z$ - предельно допустимая концентрация z -го вещества.

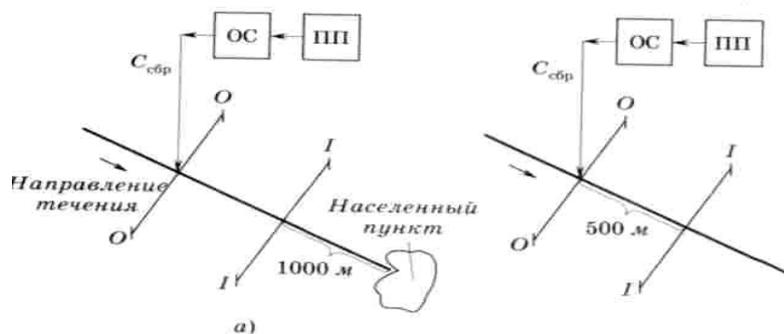


Рисунок 16 – Ситуационная схема для водотока: а) — культурно-бытового водопользования; б) рыбохозяйственного водопользования

Для расчета ПДС сточных вод предварительно необходимо определить коэффициент смешения сточных и речных вод γ и кратность разбавления n .

Согласно методу В.А. Фролова-И.Д. Родзиллера коэффициент смешения стоков с водой реки определяется по формуле:

$$\alpha = \xi \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad \gamma = \frac{1 - e^{-\alpha} \cdot \sqrt[3]{L}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha} \cdot \sqrt[3]{L}}$$

где $e = 2,7$ - основание натурального логарифма, α -коэффициент, учитывающий влияние гидрологических факторов смешения сточных вод:

$$\alpha = \xi \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

ξ - коэффициент, зависящий от вида выпуска:

- при береговом сосредоточенном выпуске $\xi = 1,0$,
- при русловом сосредоточенном выпуске $\xi = 1,5$

φ -коэффициент извилистости русла, равный отношению длины русла по форватеру (середине реки) к длине по прямой, соединяющей точки выпуска и контрольного створа (при прямом русле $\varphi=1$);

E -коэффициент турбулентной диффузии, равный отношению

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$$

V_{cp} - средняя скорость течения реки на всем участке смешения, м/с; H_{cp} - средняя глубина реки на этом участке, м; L - расстояние от места выпуска сточ-

ных вод до расчетного створа, м; Q-расход воды в створе реки у места выпуска, м³/с; q-расход сточных вод, м³/с.

Краткость разбавления стоков в расчетном створе составляет:

$$n_0 = (q + \gamma Q) / q$$

4.2 Расчет предельно допустимого сброса (ПДС)

Величина ПДС определяется для всех категорий водопользования как произведение расхода сточных вод q' , м³/ч на допустимую концентрацию загрязняющего вещества $C_{ПДС}$, г/м³ в сбрасываемых стоках:

$$ПДС = C_{ПДС} q', \text{ г/ч,}$$

$C_{ПДС}$ обеспечивающее нормативное качество воды в контрольном (расчетном) створе. Величина $C_{ПДС}$ определяется по разным формулам для консервативных, взвешенных веществ и неконсервативных преимущественно органических веществ, в том числе по биохимической потребности в кислороде (БПК_{полн}).

Для определения $C_{ПДС}$ консервативных веществ составляем уравнение материального баланса:

$$\gamma Q C_{\phi}^i + q C_{ПДС}^i = (\gamma Q + q) C_{см}^i$$

Учитывая, что

$$\frac{C_{см}^i}{C_{ПДС}^i} = 1; n = \frac{\gamma Q + q}{q}$$

где $C_{ст}^i$ - концентрация i -вещества в контрольном створе; $C_{ПДС}^i$ - предельно-допустимая концентрация i -вещества.

Вышеприведенное уравнение может быть преобразовано в следующем виде:

$$C_{ПДС} = n(C_{ПДС} - C_{\phi}) + C_{\phi}.$$

Это и есть основная расчетная формула для определения $C_{ПДС}$ консервативных веществ.

Величина $C_{ПДС}$ для взвешенных веществ согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами» определяется исходя из условия, что содержание взвешенных веществ по сравнению с природным C_{ϕ} не должно увеличиваться более, чем на $\Delta C = 0,25$ мг/л, при условии, что

$$\frac{C_{см}}{C_{ПДС}} = 1 \text{ или } C_{см} = C_{ПДС},$$

$$\text{т.е. } C_{ПДС} = n(C_{см} - C_{\phi}) + C_{\phi} = n \cdot \Delta C + C_{\phi}$$

Определение $C_{ПДС}$ стоков по $БПК_{полн}$

Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_{полн}$, мг/л или г/м³) - показатель, характеризующий степень загрязненности сточных вод органическими веществами, $БПК_{полн}$ определяется количеством кислорода, потребляемого на биохимическое окисление органических веществ в процессе жизнедеятельности аэробных бактерий. При установлении $C_{ПДС}$ по $БПК_{полн}$ расчетная формула имеет вид:

$$C_{ПДС} = n[(C_{ПДС} - C_{ф})e^{kt} - C_{ф}] + C_{ф}$$

где $C_{ПДС} = БПК_{полн}$ - концентрация, обусловленная органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега.

Величина $C_{ПДС}$ принимается для горных рек равной [0,6 – 0,8] г/м³; для равнинных рек, протекающих по территории, почва которой содержит небольшое количество органики, $C_{ПДС} = [1,7 – 2,0]$ г/м³; для рек болотного питания или протекающих по территории, с которой смывается повышенное количество органических веществ, $C_{ПДС}$ изменяется в пределах от 2,3 до 2,5 г/м³. Если расстояние от выпуска сточных вод до контрольного створа меньше 0,5 суточного пробега, то величина $C_{ПДС}$ принимается равной нулю; k - осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, $k_0 = 0,0651$ /сут. Время добегания (t) от места выпуска сточных вод до контрольного расчетного створа определяется по формуле

$$t = \frac{L}{V_0}$$

Для расчета по формуле, определяющей величину $C_{ПДС}$, время t переводится в сутки. Коэффициент перевода составляет 1/86400. При установлении $C_{ПДС}$ с учетом неконсервативности загрязняющего вещества расчетная формула имеет вид:

$$C_{ПДС} = n(C_{ПДС} \cdot e^{kt} - C_{ф}) + C_{ф}$$

где k - коэффициент неконсервативности вещества, 1/сут.

Полученные значения $C_{ПДС}$ для каждого типа загрязняющего вещества подставляются в вышеприведенную формулу ($ПДС = C_{ПДС}q$, г/ч), откуда и определяется величина ПДС.

4.3 Необходимая степень очистки Э для очистных сооружений находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{пост} - C_{ПДС}}{C_{пост}} \cdot 100\%$$

где $C_{\text{пост}}$ - концентрация вещества, поступающая на очистные сооружения;
 $C_{\text{ПДС}}$ - концентрация вещества в спускаемых в водоем очищенных сточных водах, обеспечивающая нормативное качество воды в контрольном створе.

4.4 Определение приоритетных загрязняющих веществ и источников их сброса

Приоритетные загрязняющие вещества можно определить по максимальной величине отношения $\sum C_{\text{рj}} / \text{ПДК}_i$

$$\sum C_{\text{рj}} / (\text{ПДК}_i - C_{\text{фи}}) = \sum (C_{\text{фиj}} - C_{\text{фи}}) / ((\text{ПДК}_i - C_{\text{фи}}) n_{\text{oj}})$$

$$C_{\text{рj}} = (C_{\text{фиj}} - C_{\text{фи}}) / n_{\text{oj}}$$

где j - 1,2,3...n-номер источника.

Приоритетные источники сброса устанавливаются по величине отношения:

$$C_{\text{рj}} / \text{ПДК}_i,$$

где $C_{\text{рj}}$ - концентрация i -ой примеси, сбрасываемой j -м источником в расчетном створе, г/м³;

ПДК_i - может быть ПДК i -ой примеси в водотоке хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения или рыбохозяйственного назначения основного водотока, г/м³.

Источники с $C_{\text{рj}} / \text{ПДК}_i < (0,05-0,1)$ из дальнейших расчетов можно исключить (незначительный вклад в загрязнение расчетного створа).

Контрольные задания

Задание №1. В соответствии с вариантом определить ПДС сточных вод в реку, которая используется в качестве источника централизованного водоснабжения. Сброс сточных вод осуществляется в реку, среднемесячный расход, которой при 95% обеспеченности составляет по данным гидрометеорологической службы Q . Средняя скорость течения на участке от выпуска до расчетного створа равна $V_{\text{ср}}$. Средняя глубина реки $H_{\text{ср}}$. Участок прямой, извилистость выражена слабо. Выпуск сточных вод осуществляется с расходом q . Выпуск береговой или русловой (по варианту). Расстояние от места выпуска до расчетного створа по фарватеру $L_{\text{ф}}$.

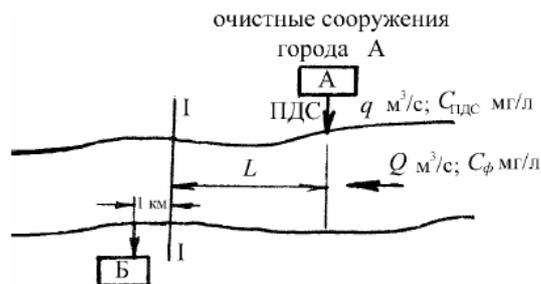


Рисунок 17 - Место сброса сточных вод в реку

Река используется в качестве источника централизованного водоснабжения и содержит фоновые концентрации взвешенных частиц $C_{взв,ф}$, БПК_ф, железа $C_{Fe, ф}$, хлоридов $C_{Cl,ф}$. Концентрация взвешенных частиц в сточных водах, поступающих на очистную станцию равна C , содержание органических веществ равно БПК_{полн}.

Рассчитать:

1. Коэффициент смешения сточных вод с водой в реке γ и кратность разбавления n стоков в расчетном створе
2. ПДС веществ поступающих в водный объект со сточными водами.
3. Необходимую степень очистки \mathcal{E} по взвешенным веществам и БПК для проектируемых очистных сооружений. Все необходимые для расчетов данные приведены в табл. 32 - 33 и рис. 17. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде и водных объектах в *Приложении 8*.

Таблица 32 - Данные для расчета ПДС

Показатели состава сточных вод	Концентрация ³ вещества, г / м	ПДС, кг / ч	Необходимая степень очистки \mathcal{E} ,%
Взвешенные вещества	8, 15	17,6	96,0
Органические вещества (БПК _{полн} .)	17, 1	36,9	93,2
Железо Fe	3,65	7,9	-
Хлориды Cl	3250	7020	-

Таблица 33 - Варианты задания

Перечень данных	Данные вариантов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расход воды в реке, $Q, м^3/с$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
Расход сточных вод, $q, м^3/с$	0,5	0,54	0,6	0,62	0,64	0,66	0,7	0,75	0,8	0,85
Скорость потока воды в реке, $V_{ср}, м/с$	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58	0,64	0,62	0,64	0,66	0,68
Глубина реки при min расходе, $H_{ср}, м$	1,2	1,25	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44
Расстояние от выпуска до расчетного створа, $L, км$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
Вид выпуска	береговой					русловой				
Расстояние по форватеру до расчетного створа, $L, км$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
Количество кислорода, растворенного в воде, $Cф, мг/л$	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8
Количество загрязнений в воде водоема по БПК ₅ , $Cф, мг/л$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Количество взвешенных веществ в воде водоема, $Cф, мг/л$	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воде водоема, Сф, мг/л :										
Cl ⁻	300	150	200	300	150	200	300	150	200	300
SO ₄ ⁻²	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500
нефтепродукты	0,02	0,05	0,01	0,08	0,04	0,02	0,05	0,01	0,08	0,005
Концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистную станцию, мг/л	200	250	240	300	200	250	240	300	250	300
Концентрация загрязнений в сточных водах, поступающих на очистную станцию по БПК ₅ , мг/л	250	300	280	350	250	300	300	350	300	350

5 ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

5.1 Оценка опасности загрязнения и нарушения состояния земельных ресурсов

Состояние земельных ресурсов определяется уровнями нарушенности. Степень нарушенности земель определяется в двух направлениях, обусловленных основными типами землепользования: промышленно-транспортным и сельскохозяйственным. Для оценки экологической опасности избираются наиболее очевидные последствия воздействий, нарушающие земли в краткосрочном периоде, обеспеченные учетом и имеющие четкий адрес производственного объекта:

- ✓ интенсивность эксплуатации земель различными видами землепользования (размеры отчуждения земель под промышленное, сельскохозяйственное производство, селитебное и транспортное землепользование);
- ✓ эродированность земель;
- ✓ подтопление земель;
- ✓ просадка грунтов; изъятие земель над карьерами, терриконами, обвалами и свалками отходов;
- ✓ химическое загрязнение почв;
- ✓ засоление почв;
- ✓ закисление (ощелачивание) почв;
- ✓ дегумусирование земель.

В основе расчета показателей - определение площадей, нарушенность которых превышает нормативное значение, а при отсутствии норм - определение экспериментально.

При этом принимаются три основных уровня опасности нарушений: 1) удовлетворительный (со слабым до умеренного воздействием и нарушением земель); 2) критический (с обратимым до предельных нарушениями); 3) ката-

строфический (с чрезвычайными воздействиями и необратимыми функциональными нарушениями).

Нормативные значения площадей земель с различными видами нарушений приведены в таблице 34.

Таблица 34 - ПДУ размеров площадей с нарушенностью природных балансов по видам нарушений
(в % от общей площади земель исследуемой территории)

№ п/п	Виды нарушений	Уровни опасности	Предельные %% от площади
1	2	3	4
1	Отчуждение земель под селитебно-производственное и транспортное землепользование	1	≤20
		2	20-35
		3	>35
2	Отчуждение земель под сельскохозяйственное землепользование	1	≤30
		2	30-50
		3	>50
3	Эродированность: слабая (потеря 0,1 горизонта Ai)	1	≤5
		2	5-10
		3	>10
	средняя (потеря 0,5 горизонта Ai)	1	≤10
		2	10-25
		3	>25
	сильная (потеря горизонта Ai)	1	≤25
		2	25-40
		3	>40
	чрезмерная (потеря горизонта Ai+B)	1	-
		2	≤5
		3	>5
4	Подтопление (при глубине водоносного слоя > 2 м)	1	<1
		2	1-2
		3	>2
5	Просадка грунтов, погребение земель а) для фитонетоксичных пород, отходов	1	≤10
		2	10-30
		3	>30
	б) для фитотоксичных пород, отходов:	1	≤0,5
		2	0,5-1,0
		3	>1,0
6	Химическое загрязнение а) низкое (ПХЗ<1)	1	≤25
		2	25-50
		3	>50
	б) среднее (ПХЗ=2-5)	1	≤10
		2	10-35
		3	>35
в) высокое (ПХЗ=6-10)	1	<5	
	2	5-25	
	3	>25	
г) чрезмерное (ПХЗ>10)	1	-	
	2	≤10	
	3	>10	

Продолжение таблицы 34

7	Засоление слабое (плотный остаток от массы сухой почвы: при хлоридном засолении 0,3-0,5%, сульфатном -0,5-1,0%)		1	≤20
			2	20-35
			3	>35
	среднее (соответственно: 0,5-1,0 и 1,0-2,0)		1	≤10
			2	10-25
			3	>25
	сильное (1,0-2,0; 2,0-3,0)		1	-
			2	5-15
			3	>15
8	Защелачивание (ощелачивание): диапазоны рН для:			
	нейтральных почв	кислых почв		
	слабое: 5,0-6,0 и 7,0-8,0	8,0-8,5	1	≤35
2			35-60	
3			>60	
1	2		3	4
	среднее: 4,0-5,0 и 8,5-9,0	8,0-8,5	1	≤20
			2	20-50
			3	>50
	сильное: 3,0-4,0 и 9,0-9,5	3,0-4,0 и 8,5-9,5	1	≤10
			2	10-20
			3	>20
	чрезмерное: < 3,0 и > 9,5	< 3,0 и > 9,5	1	-
			2	≤10
			3	>10
9	Содержание/потери гумуса:			
	а) слабые (< 5%)		1	≤20
			2	20-60
			3	>60
	б) среднее (5-15%)		1	≤10
			2	10-40
			3	>40
	в) сильное (15-40%)		1	≤5
			2	5-20
			3	>20
	г) чрезмерное (> 40%)		1	-
			2	≤5
			3	>5
Примечание: Уровни опасности нарушений земель: 1 - удовлетворительная; 2 - критическая; 3 - катастрофическая.				

На первом этапе оценки опасности видов нарушений осуществляется расчет индекса плотности:

$$M_i = \frac{S_i}{S} \cdot 100\%$$

где: M_i - индекс плотности i -го вида нарушений; S_i площадь i -го вида нарушений 1, 2 и 3 уровней опасности, га; S - общая площадь определяемого вида нарушения, га.

Ранжированный ряд полученных значений индексов плотности сравнивается с отмеченными в табл. 25 предельными размерами площадей i -го вида нарушения для определения сверхнормативных размеров площадей 1, 2 и 3 уровней опасности.

5.2 Суммарная опасность i -го вида загрязнений земель 1, 2 и 3 уровней нарушенности определяется по следующей формуле:

$$O_i = \sum_{i=1}^3 (S_i - S_{ni})(га)$$

где: Q - суммарная опасность i -го вида загрязнений земель 1, 2 и 3 уровней нарушенности («сверхнормативные» размеры нарушенных площадей); S_i - общая площадь i -го вида нарушенности 1, 2 и 3 уровней опасности нарушений, га; S_{ni} - предельно-допустимые размеры площади i -го вида нарушенности 1, 2, 3 уровней опасности, га (табл. 24).

5.3 Опасность химического загрязнения почво определяется массой поступающих в почвы загрязняющих веществ, их токсичностью и площадью распространения. Основными загрязняющими веществами являются используемые пестициды и осаждающиеся из атмосферы выбросы вредных веществ от производственных объектов (оценка загрязнения почв обвалами горных пород, свалками, утечками из нефтепроводов требует проведения специальных исследований).

Масса ингредиентов загрязняющих веществ определяется среднеарифметическим (за последние 3-5 лет) количеством использованных видов пестицидов и объемов промышленных выбросов в атмосферу:

$$M = \sum_{i=1}^n M^1 \cdot Z^1 + M_i^2 \cdot Z_i^2 \quad (т)$$

где: M - масса поступивших в почву загрязняющих веществ; n - число ингредиентов загрязнения; M^1 масса i -го вида использованных пестицидов; Z^1 - поправка на поглощение пестицидов растительностью.

Поправка на поглощение пестицидов растительностью принимается на уровне 0,5; на воздушную миграцию загрязняющих веществ - рассчитывается по табл.35.

Из числа поступивших в почвы загрязняющих веществ выбираются 10 наиболее опасных ингредиентов по наибольшим значениям соотношения их массы (M_i) к ПДК $_i$, то есть $M_i/ПДК_i$.

Для данных ингредиентов рассчитываются их примерные концентрации в почве (C_i):

$$C_i = \frac{M_i}{S_i} \cdot h \cdot K_p$$

где: M_i - масса поступившего в почвы i -гозагрязняющего вещества; S_i - площадь распространения i -го загрязняющего вещества; h - мощность слоя загрязненной почвы; K_p - коэффициент соразмерности.

Таблица 35 - Примерные объемы и расстояния миграции осаждающихся на почвы выбросов вредных веществ в атмосферу

№№ п/п	Ингредиенты	Расстояние от источника выброса, км (R)	Объем выпадающих на загрязнения почвы вредных веществ (% от массы выброса)
I.	Аэрозоли	2	50
	Тяжелые металлы	15	30
2.	Бенз(а)пирен	2	25
		10	10
		20	5
3.	Прочие аэрозоли	10	50
		20	20
II.	Газообразные выбросы	10	50
		20	20
		50	10

Значения S_i - для пестицидов выбираются из данных станций защиты растений и станций химзащиты; для осажденных промышленных выбросов в атмосферу $S_i = 3,14 R^2$, где R - радиус площади с центром в источнике выброса, избираемый из таблицы 36. Значение h условно принимается в 0,35 м.

Используя значения концентраций десяти взятых загрязняющих веществ и их предельно-допустимых концентраций в почвах, рассчитывается ПХЗ:

$$ПХЗ = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_{10}}{ПДК_{10}}$$

По значениям ПХЗ проводится градация опасности химического загрязнения почв: слабая (ПХЗ < 1), средняя (ПХЗ от 2 до 5), сильная (ПХЗ от 6 до 10) и чрезмерная (ПХЗ > 10).

Используя показатели градаций по значениям ПХЗ₁₀, отмеченных в таблице 35, уровней опасности и предельных размеров площадей химических загрязнений, по вышеприведенным формулами рассчитываются индексы плотности химической деградации почв территории и общая площадь суммарной опасности сверхнормативного химического загрязнения.

5.3 Оценка интегральной экологической опасности (нарушенности) земель производственной деятельностью на территории (Q) определяется суммой опасностей всех видов нарушений:

$$O^3 = \sum_{i=1}^8 O_i^3 (\text{га})^{***}$$

где: Q - значение опасности нарушений земель за счет эрозии, подтопления, просадки грунтов и погребения под отвалами и свалками, химического загрязнения, засоления, закисления, дегумусирования в результате отчуждения их под различные виды землепользования.

Источники информации по показателям алгоритмов расчета опасности хозяйственных воздействий на земельные ресурсы приведены в *Приложении 4*.

Контрольные задания

Задание №1. Определить массу и объем осадка, образовавшегося после очистки бытовых сточных вод, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта (рис. 19). Значения ПДК загрязняющих веществ в *Приложении 9*.

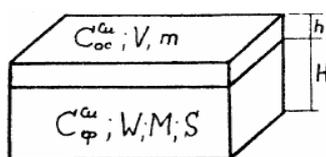


Рисунок 18 - Размещения осадка на почвенном слое

1. Составляем уравнение материального баланса, исходя из условия равномерного смешивания осадка с плодородным слоем почвы

$$C_{\phi} \cdot M + C_{oc} \cdot m = C_{cm} (M + m),$$

где C_{ϕ} - фоновая концентрация i - вещества в почве, мг/кг почвы; M - масса плодородного слоя почвы, кг; C_{oc} - концентрация i -вещества в осадке, мг/кг осадка; m - масса осадка, кг; C_{cm} - концентрация i -вещества в почве после смешивания ее с осадком, мг/кг почвы. Для того, чтобы осадок можно было использовать в качестве удобрения, необходимо соблюдение следующего основного условия:

$$C_{cm} < \text{ПДК},$$

где ПДК - предельно-допустимая концентрация i -вещества в почве, мг/кг почвы.

2. Определение объема W и массы M плодородного слоя почвы на участке проводится по формулам

$$W = HS,$$

где H - мощность почвенного слоя, м; S - площадь с/х объекта (участка), m^2 .

$$M = W\rho_{\pi},$$

ρ_{π} - плотность почвы, t/m^3 .

3. Масса осадка m , подлежащего размещению на участке, определяется по вышеприведенной формуле материального баланса:

$$m = \frac{m(C_{\text{см}} - C_{\text{ф}})}{C_{\text{ос}} - C_{\text{см}}}$$

4. Максимальный объем осадка V , предназначенного для размещения на участке, составит:

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{ос}}},$$

где $\rho_{\text{ос}}$ - плотность осадка, т/м³.

Высота осадка будет равна

$$h = \frac{V}{S}.$$

Пример выполнения задания 1

Осадок, образовавшийся при очистке бытовых сточных вод, содержит медь в концентрации 13,2 г/м³. Плотность осадка $\rho_{\text{ос}}$ равна 1,2 т/м³. Плодородный слой участка представлен серыми лесными почвами суглинистого механического состава мощностью 0,2 м и плотностью 1,5 т/м³. Фоновая концентрация меди в почве по данным санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) равна 0,3 мг / кг почвы. Предельно - допустимая концентрация меди в почве приведена в *Приложении 9*.

Требуется определить массу и объем осадка, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта на площади 0,5 га.

1. Для того, чтобы осадок сточных вод допустимо использовать в качестве удобрения, концентрация меди в почве после смешивания ее с осадком должна быть равна: $C_{\text{см}} = 3$ мг / кг почвы.

2. Объем и масса плодородного слоя почвы на участке площадью 0,5 га составят:

$$\begin{aligned} W &= 0,2 \cdot 5000 = 1000 \text{ м}^3, \\ M &= 1000 \cdot 1,5 = 1500 \text{ т}. \end{aligned}$$

3. Для определения массы осадка по вышеприведенному уравнению материального баланса сначала необходимо найти концентрацию меди из расчета на кг осадка:

$$C_{\text{ос}} : \rho_{\text{ос}} = 13200 : 1200 = 11 \text{ мг/кг осадка}.$$

4. Определение массы осадка, подлежащего размещению на участке:

$$m = \frac{1500000 \cdot (3 - 0,3)}{(11 - 3)} = \frac{1500000 \cdot 2,7}{8} = 506250 \text{ кг} = 506,25 \text{ т}$$

5. Максимальный объем осадка, который может быть размещен на площади 0,5 га, составит:

$$V = \frac{506,2}{1,2} = 421,8 \text{ м}^3,$$

при этом высота осадка будет равна

$$h = \frac{421,8}{5000} = 0,084 \text{ м} = 8,4 \text{ см}.$$

Таблица 36 – Варианты задания

Перечень данных	Данные вариантов						
		3	4	5	6	7	8
Площадь участка S , га	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
Мощность почвенного слоя H , м	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25
Плотность почвенного слоя $\rho_{п}$, м^3	1,51	1,52	1,53	1,55	1,60	1,62	1,63
Фоновое содержание меди в почвенном слое $C_{Cu, \phi}$, мг/кг почвы	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,6	0,8
Фоновое содержание марганца в почвенном слое $C_{Mn, \phi}$, мг/кг почвы	300	200	250	300	250	500	400
Фоновое содержание нитратов в почвенном слое $C_{NO_3, \phi}$, мг/кг почвы	50	35	30	40	45	70	95
Фоновое содержание ванадия в почв. слое, $C_{Va, \phi}$, мг / кг почвы	60	50	55	60	50	100	120
Плотность осадка $\rho_{ос}$, $\text{т}/\text{м}^3$	1,20	1,22	1,25	1,30	1,35	1,40	1,42
Содержание меди в осадке, $C_{Cu, ос}$, г/м	14	15	18	14	20	30	35
Содержание марганца в осадке, $C_{Mn, ос}$, г/м ³	1800	1600	2000	1800	1600	3000	2800
Содержание нитратов в осадке $C_{NO_3, ос}$, г/м ³	500	400	300	450	400	1200	1400
Содержание ванадия в осадке, $C_{Va, ос}$, г / м ³	700	650	600	500	550	1300	1400

6 ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

6.1 Оценка нарушенности природных балансов поверхностных вод воздействиями от хозяйственной деятельности производится по количественным (объем безвозвратного изъятия вод) и качественным параметрам. Из всех видов опасности воздействия избираются наиболее очевидные, ухудшающие водные режимы в краткосрочном периоде, имеющие легко определимый адресат производственного объекта и обеспеченные контрольно-учетной статистической информацией.

Учитывая неравнозначность опасности воздействий, к их значениям применяются экологические коэффициенты, определенные экспертно следующими величинами:

- ✓ механического загрязнения - $K_m = 0,002$;
- ✓ термического загрязнения - $K_m = 0,08$;
- ✓ безвозвратного водопотребления - $K_{\text{об}} = 0,2$;
- ✓ биологического загрязнения - $K_{\text{б}} = 0,3$;
- ✓ химического загрязнения - $K_x = 0,4$.

Опасность воздействия измеряется объемом воды, необходимой для восстановления естественного баланса водной системы (объемом разбавления загрязненных стоков и пополнения, изъятых безвозвратно вод), скорректированных соответствующим экологическим коэффициентом экологической значимости воздействия.

В основе расчетов лежит общий принцип, основанный на определении объемов загрязненных стоков (изъятых вод) и размеров превышения (нарушений) их нормативных уровней:

$$Q_i = K_i \cdot V_i + \frac{W_i}{N_i} (\text{тыс. м}^3)$$

где: Q - опасность i -го вида нарушения, тыс.м³; K_i - коэффициент значимости i -го вида нарушения; V_i - объем загрязненного стока i -го вида нарушений или безвозвратного водопотребления, тыс. м³; W_1 - величина i -го вида нарушения (мутности стока - W_m г/л; термического загрязнения - W_m ; разности температур стока и природных вод - W_m ; безвозвратного водопотребления - $W_{\text{об}}$, тыс.м³; биологического загрязнения $W_{\text{б}}$ - количество кишечных палочек на кубический дециметр стока (коли-индекс); химического загрязнения W_x - концентрация максимально опасного загрязнителя в стоке, мг/л); N_i - нормативное значение i -го вида нарушения (мутности стока N_m - 0,25 г/л; термического загрязнения - $N_m - t = 5$; безвозвратного водопотребления $N_{\text{об}}$ - 0,3 объема речного стока 95% обеспеченности (Q); биологического загрязнения $N_{\text{б}}$ - 5*10 ед./дм³; химического загрязнения N_x - предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязнителя в водоеме рыбохозяйственного назначения, мг/л).

Показатели объемов загрязненных стоков, безвозвратного водопотребления (V_i), размеров видов нарушений (W_i), расходов воды в речном стоке 95%

обеспеченности (Q) избираются из источников информации, отмеченных в *Приложении 5*.

В случае отсутствия показателей концентраций ингредиентов загрязнений в отводимых стоках, они определяются следующим образом :

$$C_i = \frac{M_i}{V_{30}} \cdot K_p$$

где: C_i - концентрация i -го ингредиента загрязнения; M_i - масса i -го ингредиента в стоке, тонн; V_{30} - суммарный объем загрязненных и очищенных стоков, тыс. м, K_p - коэффициент соразмерности.

Значения V_{30} избираются из источников информации, отмеченных в *Приложении 5 п.5*. Значения M_i , определяются расчетным путем по формуле:

$$M_i = M_i^1 + M_i^2 \text{ (тонн)}$$

где: M_i^1 - масса i -го загрязняющего вещества в промышленно-производственных и жилищно-коммунальных неливневых стоках (*Приложение 5 п.5*); M - масса i -го загрязняющего вещества в неконтролируемых (площадных) стоках с территориями сельскохозяйственных угодий, животноводческих ферм, не оборудованных ливневыми канализациями населенных пунктов. Это значение определяется расчетным путем.

Наиболее опасными загрязняющими веществами представляются смываемые с полей пестициды, не учитываемые как загрязнители гидросферы государственной статистикой. В первом приближении их количества могут быть рассчитаны:

$$M_n^2 = M_n + S \cdot 0,001 \text{ (тонн)}$$

где: M_n^2 - масса выносимого в стоке пестицида, тонн; M_n - масса использованного на полях пестицида, тонн/га; S - площадь полей, обработанных, га; 0,001 - укрупненный средний коэффициент смыва агрохимикатов с полей.

Значения M_i S выбираются из источников информации, отмеченных в *Приложении 5 п.7*. Масса загрязняющих веществ, поступающих в природные объекты со стоками животноводческих ферм (M) определяется алгоритмом:

$$M_{\Phi}^2 = g \cdot n \cdot t \cdot 0,01 \cdot K_p \text{ (тонн)},$$

где: g - количество загрязнителя от одного животного, кг/сут.; n - количество голов скота на ферме, шт.; t - расчетный период, сутки; 0,01 - коэффициент смыва; K_p - коэффициент соразмерности.

Значения g , n , t выбираются из таблицы 37 и из статистики агропромышленного комплекса.

Таблица 37 - Количество загрязнителей в отходах животноводческих ферм (от одного животного, кг/сут)

Вид скота	Твердые частицы	БПК	Азот	Фосфор
Крупный рогатый скот	4,53	0,45	0,16	0,05
Свиньи	0,40	0,11	0,03	0,01

6.2 *Масса загрязняющего вещества, смываемого с площади населенного пункта*, не имеющего ливневой канализации (M), укрупнено рассчитывается исходя из допущения, что 70% выбрасываемых производственным объектом в атмосферу твердых аэрозолей и 50% газообразных соединений осаждаются в пределах близлежащей территории, с которой в близлежащий водный объект смывается 60% осажденных веществ:

$$M_{\text{н}}^2 = (0,7 M_{\text{а}}^{\text{а}} + 0,5 M_{\text{г}}^{\text{а}}) \cdot 0,6 \text{ (тонн)}$$

где: $M_{\text{в}}$ - масса выброса производственным объектом твердого аэрозоля, тонн; $M_{\text{г}}$ - масса выброса производственным объектом газообразного соединения, тонн; 0,6 - коэффициент смыва.

Значения $M_{\text{в}}$ и $M_{\text{г}}$ выбираются из Экологического паспорта предприятия; масса выбросов автотранспортом и источниками децентрализованного теплоснабжения рассчитываются по соответствующим формулам.

При расчетах концентрации (C_i) ингредиентов загрязнений в площадных стоках, объемы (V) последних определяются количеством среднегодовых осадков и вод, использованных для полива территорий:

$$V_{30} = (n + V) \cdot S \cdot K_p \text{ (тыс. м}^3\text{)}$$

где: $V_{\text{о}}$ - объем загрязненного площадного стока, тыс. м; n - количество среднегодовых осадков; V - объем воды, использованной на орошение и полив территории; S - площадь территории (сельскохозяйственных угодий, городов, ферм), га; K_p - коэффициент соразмерности.

Значения n , V , S выбираются из источников, отмеченных в *Приложении 5 п. 8,9,10,11*.

6.3 *Оценка интегральной опасности нарушений поверхностных вод ($O^{\text{в}}$)* определяется объемом свежей воды, требуемой для восстановления всех видов нарушений естественного баланса водной системы:

$$O^{\text{в}} = \sum_{i=1}^5 O_i \text{ (тыс. м}^3\text{)}^*$$

где: O_i - значения опасности нарушений водных балансов механическим, термическим, биологическим, химическим загрязнением и безвозвратным водопотреблением.

Если оцениваемый производственный объект имеет один источник водоотведения, сбрасывающий стоки со всеми видами хозяйственных воздействий на водный объект, то объем разбавления (опасность воздействия) определяется максимальным из полученных расчетных значений. Для объектов с несколькими источниками стоков различных видов хозяйственных воздействий их опасность рассчитывается по выше представленной формуле*.

Контрольные задания

Задание №1. Определите массу пестицида в выносимых стоках воды с поля площадью 5 га, если обработка проводилась приготовленным раствором с концентрацией действующего вещества 3 кг/га.

Задание №2. Определите массу загрязняющих веществ, поступающих со стоками животноводческих ферм - свиноводческой на 1500 голов и крупного рогатого скота на 560 голов в течение месяца. Оцените степень загрязнения окружающей среды стоками фермы крупного рогатого скота и свиноводческой фермы.

7 ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Для оценок экологической опасности хозяйственной деятельности избираются наиболее очевидные, сокращающие (нарушающие) растительность в краткосрочном периоде:

- ✓ пастбищные перегрузки, распаханность, засоление;
- ✓ деградация растительных покровов от горнодобывающих работ;
- ✓ нарушение древесной растительности от промышленных рубок;
- ✓ деградация растительности в зонах промышленных и сельскохозяйственных производственных объектов, а также полигонов промышленных и бытовых отходов.

Основным критерием экологической опасности хозяйственного воздействия служат объемы продукции i -го растительного сообщества, рассчитываемые разностью между максимально возможной биопродуктивностью данного сообщества (по среднегодовалым данным в ненарушенной зоне) и фактической в зоне нарушения.

Определение нарушенности растительных покровов проводится по зональным типам растительности.

Общими признаками экологической опасности хозяйственного воздействия на растительный покров тундр являются: формирование травяных и травянисто-моховых группировок с преобладанием ограниченного набора злаков, осоковых, мхов; уменьшение доли лишайников в растительном покрове; снижение количества и качества полезной продукции.

Общим признаком экологической опасности нарушения состояния растительного покрова лесов являются нагрузки (интенсивные рубки, химические загрязнения, чрезмерные рекреационные нагрузки и т. п.), приводящие к гибели 50% древостоя. Общим признаком экологической опасности нарушения состояния растительного покрова степей является снижение биологической продуктивности естественных степных ценозов на порядок, исчезновение растительного покрова и возникновение пустырей с сорными видами растительности; засоление или заболачивание почв.

7.2 При оценке экологической опасности нарушения состояния растительных сообществ тундр, лесов и степей применяется общий принцип, основанный на определении уровня биопродуктивности нарушенных сообществ, площади проявления нарушений и интенсивности хозяйственных воздействий:

$$O^P = \sum_{i=1}^n (P_i^1 - P_i) \cdot S_i \cdot Z (\text{усл.тонн})^{**}$$

где: O^P - опасность хозяйственного воздействия, усл. тонн; n - число нарушенных растительных сообществ; P_{\max} - максимальная продуктивность i -го растительного сообщества в ненарушенной зоне тонн; P_i - фактическая продуктивность i -го растительного сообщества в нарушенной зоне, тонн; S_i - площадь проявления нарушений i -го сообщества, га; Z - коэффициент интенсивности хозяйственного воздействия, усл. ед.

Значения Z , а также источники информации по показателям P_i и S_i отмечены в таблицах 38 (растительность лесов), 28 (степей) и сносках к ним.

Таблица 38 – Показатели интенсивности хозяйственных воздействий на растительность лесов

Коэффициент интенсивности хозяйственного воздействия (Z)	Площадь коренных сообществ	Площадь гарей, вырубок (% от общей площади)
Умеренное, Z = 1,0	>75%	<10%
Интенсивное, Z = 1,5	75 - 30 %	10-50%
Чрезмерное, Z = 3,0	<30%	>50%

Примечание: Источник информации по показателям S: таксационные описания лесных выделов по лесничествам.

Таблица 39 - Показатели интенсивности хозяйственных воздействий на растительность степей

Коэффициент интенсивности воздействия	Распашка (% от площади)	Снижение пастбищной продуктивности (раз)	Деградация растительности от техногенных воздействий (% от площади)	Засоление (заболачивание) почв от водной мелиорации (% от площади)
Умеренное Z=1,0	до 10	1,5-2,0	10 -20	1
Интенсивное Z=1,5	10-50	2,5-5,0	20-50	1-5
Чрезмерное Z=3,0	>50	6,0-10,0	>50	>5

Примечание: Источник информации по показателям P_i, S_i : геоботанические описания и кар-

7.3 На площадях со смешанной растительностью(лесостепь) опасность хозяйственного воздействия рассчитывается суммой данных воздействий по каждой зоне:

$$O^{cz} = O^{pm} (O^{pn}) + O^{pn} (O^{pc}) \quad (\text{усл. тонн})^{****}$$

где: O - опасность хозяйственного воздействия на растительность смешанной зоны; O^{pm}, O^{pn}, O^{pc} –соответственно, опасность хозяйственного воздействия на растительный покров тундр, лесов, степей (рассчитываемая с использованием формулы **).

8.ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

При оценке экологической опасности нарушения всего природного комплекса территории в качестве единой меры измерения используется показатель ущерба воздушным, водным, земельным и растительным ресурсам.

Ущерб, наносимый j -м производственным объектом приземной атмосфере, определяется формулой:

$$Y_j^a = \gamma_j^a \cdot L_j^a \cdot O_j^a (\text{усл. тыс. руб})$$

где: Y_j^a - ущерб приземной атмосфере от j -го производственного объекта; γ_j^a - показатель удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха, руб./усл.т; L_j^a - константа опасности загрязнения атмосферы территорий различных типов j -м производственным объектом; O_j^a - опасность загрязнения атмосферы j -м производственным объектом.

Показатель удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха по Центральному округу Российской Федерации (в ценах 1999 г.) равен 68,7 руб./усл.т.

Значение коэффициента L_j^a относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха, над различными типами загрязняемой территорией:

Курорты, санатории, заповедные территории - 10;

Пригородные зоны отдыха, садовые, дачные кооперативные товарищества- 8;

Территории населенных мест, промышленных узлов и предприятий (с защитными зонами) – 6

Леса: 1-ой группы - 0,2; 2-ой группы-0,1; 3-ей группы - 0,025;

Пашни: южных зон (южнее 50°с.ш.) - 0,25; центрально-черноземного района и южной Сибири - 0,15; прочих районов — 0,10;

Сады, виноградники - 0,50;

Пастбища, сенокосы - 0,05.

Для орошаемых пахотных земель, садов, виноградников, сенокосов указанные значения следует умножить на 2.

Если зона активного загрязнения неоднородна и состоит из территорий различных типов, то общая опасность загрязнения всей зоны O^B рассчитывается для каждого ингредиента загрязнения алгоритмом:

$$O^B = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{\text{заз}}} L_i^a (\text{усл.ед})$$

где: n - общее число типов территорий; S_i - площадь i -го типа территории, га; $S_{\text{заз}}$ - общая площадь всех типов территорий, га; L_i^a - опасность загрязнения i -го типа территории.

Под зонами активного загрязнения стационарными источниками условно принимается площадь окружности с радиусом 50 км; для автомагистралей зона активного загрязнения определяется полосой шириной 0,2 км, центр оси которой совпадает с аналогичной - автомагистралей.

Ущерб, наносимый j -м производственным объектом поверхностным водам, рассчитывается алгоритмом:

$$Y_j^B = \gamma_j^B \cdot L_j^B \cdot O_j^B (\text{усл.тыс. руб})$$

где: Y_j^B - ущерб поверхностным водам от деятельности j -го производственного объекта, усл. тыс. руб.; γ_j^B - показатель удельного ущерба от загрязнения водных ресурсов, руб./усл.т; L_j^B - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек; O_j^B - опасность воздействия j -го производственного объекта на поверхностные воды, тыс. м.

Показатель удельного ущерба γ_j^B от загрязнения водных ресурсов по бассейну рек в ценах 1999 г. и коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния (L_j^B) примем равен 8022,7 руб./усл.т и 1,49 - 2,90 соответственно.

Значение O_j^B рассчитывается в соответствии с формулой * (см. тема №7 раздела 2)

Ущерб, наносимый j - м производственным объектом земельным ресурсам, определяется по формуле :

$$Y_j^3 = \gamma^3 \cdot Q_j^3 (\text{усл. тыс. руб})$$

где: Y_j^3 - ущерб земельным ресурсам от деятельности j -го производственного объекта, усл. тыс. руб.; γ^3 - нормативные затраты на рекультивацию нарушенных земель (берутся с учетом поправок на инфляцию), тыс. руб./га; Q_j^3 -

интегральная опасность хозяйственного воздействия j -го производственного объекта на земельные ресурсы, тыс. га.

Значения γ^3 выбираются из справочника; значение Q_j^3 рассчитывается по формуле *** (см. тема 6 раздела 2).

Ущерб, наносимый хозяйственной деятельностью j -го производственного объекта растительным покровам территории, рассчитывается алгоритмом:

$$y_j^p = \gamma^p \cdot Q_j^p (\text{усл. тыс. руб})$$

где: γ^p - реализационная цена растительной древесной и недревесной продукции нарушенного растительного покрова, тыс. руб.; Q_j^p - опасность хозяйственного воздействия j -го производственного объекта на растительность территории (рассчитывается по формулам ** или **** (см. тема 8 раздела 2) в зависимости от зональной принадлежности территории расположения j -го производственного объекта).

Общий ущерб от хозяйственного воздействия j -го производственного объекта на территориальный природный комплекс ($Y_j^{\text{тпк}}$) определяется суммой нанесенных им ущербов различным природным компонентам территории:

$$Y_j^{\text{тпк}} = Y_j^a + Y_j^b + Y_j^z + Y_j^p (\text{усл. тыс. руб})$$

где: Y - соответственно, ущербы, причиненные j -м производственным объектом приземной атмосфере, поверхностным водам, земельным и растительным покровам территории, на которой расположен данный производственный объект, усл. тыс. руб.

9 РАСЧЕТ ИНДЕКСОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Оценка территориально-отраслевого производственного природопользования по индексу экологической безопасности продукции позволяет получать при государственном экологическом контроле качественно новые критерии внутриотраслевых (межтерриториальных) и внутритерриториальных (межотраслевых) эколого-экономических ситуаций, дает возможность на более высоком качественном уровне ранжировать территориальные хозяйственные системы с учетом экологической эффективности производства.

Определение экологической безопасности хозяйственных систем субъекта Российской Федерации чаще проводится на уровне отраслей или подотраслей производства; при решении задач на более низких территориальных уровнях (административный район, хозяйственная зона, территориальный промышленный комплекс, город) выбирается, соответственно, и более низкий ранг хозяйственной системы, оставляя без изменений механизм оценки.

Экологическая безопасность хозяйственной системы, расположенной в пределах Z -го природного комплекса (Y), определяется соотношением объемов

произведенной за анализируемый период продукции в стоимостном выражении и наносимом при этом ущербе природной среде данной территории:

$$y_z^{\text{ТПК}} = \frac{y_j^{\text{ТПК}}}{\Pi_j},$$

где: $y_j^{\text{ТПК}}$ - ущерб от воздействия j -ой хозяйственной системы на Z -й природный комплекс, усл. млн. руб.; Π_j - объем произведенной j -ой хозяйственной системой продукции, млн. руб.

Отсутствие нормативной базы экологической безопасности производства обуславливает необходимость при решении внутриотраслевых и внутритерриториальных задач использовать показатели отраслевых и территориальных индексов безопасности.

Отраслевой индекс экологической безопасности (I_0^o) отражает отличие безопасности отрасли (подотрасли, хозяйственной системы более низкого ранга) данной территории (области, края) от аналогичного среднеотраслевого (подотраслевого и т. д.) показателя территории более высокого ранга (региона, России), который используется в данном случае как нормативный уровень:

$$I_0^o = \frac{y_{\text{обл}}^j}{y_p^j} \text{ (усл. ед)}$$

где: $y_{\text{обл}}^j$ - экологическая безопасность j -ой хозяйственной системы областного (краевого) уровня; y_p^j - среднероссийская (среднерегionalная) экологическая безопасность j -ой хозяйственной системы.

Территориальный индекс экологической безопасности (I_0^m) показывает уровни эффективности производственного природопользования различных хозяйственных систем внутри данной территории:

$$I_0^m = \frac{y_m^j}{y_0^j} \text{ (усл. ед)}$$

где: y_m^j - экологическая безопасность j -ой хозяйственной системы m -ой территории; y_0^j - экологическая безопасность всего производственного комплекса суммы хозяйственных систем m -й территории.

Значения I_0^m могут служить эколого-экономическим критерием внутритерриториального ранжирования хозяйственных систем при задаче оздоровления природного комплекса данной территории средствами повышения эффективности производственного природопользования (реконструкции и модернизации хозяйственных систем и процессов, совершенствования ассортимента продукции, определения ставок различных экологических платежей и т. д.), включаемыми в состав аудиторских рекомендаций, штрафных санкций и т. п. Значения I_0^o корректируют подобное ранжирование, выявляя наиболее слабые отраслевые звенья в общероссийском (региональном) масштабе, выстраивая их в убывающий ряд на базе показателя I по шкале депрессии, можно выявить территориально-отраслевые системы с катастрофическим, критическим, напряженным или удовлетворительным природопользованием по взятому признаку.

РАЗДЕЛ 3 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПАСПОРТ ОПАСНОГО ОТХОДА

Паспорт опасного отхода составляется и утверждается индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы по согласованию с территориальными органами МПР РФ. Составляется на отходы, обладающие опасными свойствами (токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных заболеваний), а также на отходы I - IV класса опасности.

Форма паспорта отходов заполняется отдельно на каждый вид отходов (приложение Ж). Код и наименование отхода указывается по ФККОО, компонентный состав - на основании протоколов результатов анализов аккредитованной лаборатории. Для утративших свойства товаров указывается компонентный состав исходного товара согласно техническим условиям. В паспорте указывается наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход или утратил свои свойства, с указанием наименования исходного товара.

Источником сведений об опасности отхода является Свидетельство о классе опасности отхода, выдаваемое территориальным органом МПР РФ собственнику отхода. В позиции «Дополнительные сведения» указываются необходимые меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с отходом.

Пример паспорта отхода приводится ниже (рис. 20).

Контрольные задания

Задание № 1. Составить паспорт опасности отходов на:

1. Масла дизельные отработанные, состоящие из нефтепродуктов - 100%;
2. Масла моторные отработанные: масло - 94,2 %, взвешенные вещества - 1,8%, вода - 4%;
3. Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные: картофеля и его очисток 60-65%, отходов овощных 9-15 %, отходов фруктовых 5-8 %, отходов мясных 2,3-2,7 %, отходов рыбных 1,8-2,5 %, хлеба и хлебопродуктов 1,6 %, молочных и сырных отходов -0,4%), костей 3,4-4,1 %, яичной скорлупы 0,4%, животных и растительных жиров 4-12%, прочих отходов 2,7 %;
4. Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный): бумага - 40-60%, полимерные материалы - 30-50%;
5. Ртутные термометры отработанные и брак: стекло - 79 %, металлический стержень - 10,0 %, ртуть металлическая -11%.

Пример паспорта опасного отхода

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации
(индивидуальный предприниматель)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель территориального
органа управления по экологи-
ческому и технологическому
надзору

« »

м. п.

« »

м. п.

ПАСПОРТ ОПАСНОГО ОТХОДА

Составлен на отход

*353 301 00 13 01 1 Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие
трубки, отработанные и брак*

(код и наименование по Федеральному классификационному каталогу отходов)

Готовое изделие, потерявшее потребительские свойства

(агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулянт, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

состоящий из *ртуть – 0,02%, стекло, металл – 99,98%*

(компонентный состав отхода в процентах)

образованный в результате

Освещения производственных, административных зданий и

(наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса,

территории предприятия ртутьсодержащими лампами типа ДРЛ-125, ДРЛ-250, ДРЛ-400,

*в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские свойства,
ДРЛ-700, ЛБ-20, ЛБ-40, ЛБ-80*

с указанием наименования исходного товара)

имеющий класс опасности для окружающей природной среды

первый

обладающий опасными свойствами

токсичность

(токсичность, пожароопасность, взрывоопасность,

высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней)

Дополнительные сведения

*Усредненный состав отхода взят по техническим характеристикам
готовых изделий*

Дополнительные сведения

Полное наименование юридического лица

Закрытое акционерное общество

Сокращенное наименование юридического лица

ЗАО «»

ИНН *2 / 2*

ОКАТО *1*

ОКПО *0*

ОКОНХ *1*

ОКВЭД *1*

Адрес юридический

Индекс, адрес

Адрес почтовый

Индекс, адрес

Рисунок 19 - Паспорт опасного промышленного отхода

РАЗДЕЛ 4 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

✓ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ: МЕХАНИЗМ ЯВЛЕНИЯ, НОРМИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

1.1 Шум: механизм и нормирование

Всякий (любой) нежелательный для человека звук является шумом. Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха.

В качестве звука человек воспринимает упругие колебания, распространяющиеся в виде волн в твердой, жидкой или газообразной средах. Звуковые колебания характеризуются скоростью их распространения c и частотой f . Скорость звука связана с длиной волны и частотой:

$$c = \lambda * f, \text{ м/с,}$$

где c - скорость звука, м/с; λ - длина волны, м; f - частота, Гц (с^{-1}).

Человеческое ухо воспринимает как слышимые звуковые колебания с частотой $f = 16$ (20) - 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 (20) Гц (*инфразвук*) и выше 20000 Гц (*ультразвук*) не воспринимаются (не слышатся) органами слуха, хотя и оказывают вредное влияние на организм человека. Наиболее чувствительно ухо к колебаниям в диапазоне частот от 50 до 5000 Гц, что в основном соответствует диапазону человеческого голоса.

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. Средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется *интенсивностью звука* в данной точке - I , Вт/м².

Колебательные движения упругой среды создают колебания давления, которые ухо воспринимает как звук. *Интенсивность звука* связана со *звуковым давлением* зависимостью

$$I = p^2 / \rho c$$

где: ρ - плотность среды (газа); c - скорость распространения звука (волны); p - звуковое давление; ρc - удельное акустическое сопротивление среды, равное для воздуха 41, для воды - $1,5 * 10^5$, для стали - $4,8 * 10^6$ МПа с/м.

Человеческое ухо воспринимает шум со звуковым давлением $p_0 = 2 * 10^{-5}$ Па при $f = 1000$ Гц - *порог слышимости*, $p = 2 * 10^2$ Па - *порог болевого ощущения*.

Интенсивность звука, соответствующая *порогу слышимости*, при $f = 1000$ Гц составляет $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², а соответствующая *порогу болевого ощущения* $I = 10^2$ Вт/м².

Для характеристики акустических явлений принята специальная измерительная система интенсивности звука и звукового давления, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, а именно шкала логарифмических единиц - децибелов (дБ), в которых измеряют уровни I и p .

Уровень интенсивности звука определяется как

$$L_I = 10 \lg I / I_0, \text{ дБ}$$

а уровень звукового давления по формуле

$$L_p = 10 \lg p^2 / p_0^2, \text{ дБ}$$

Подставив значения порога слышимости и порога болевого ощущения в эти формулы, получим, что изменение I и p составляет всего 140 дБ.

Шум, являющийся сложным звуком, можно разложить на простые составляющие, графическое изображение которых называется спектром. Спектр шума может быть различным. По характеру спектра шумы подразделяются на *широкополосные* и *тональные*. По величине интервалов между составляющими его звуками различают шум *дискретный (линейчатый)* с большими интервалами, *сплошной* с бесконечно малыми интервалами и *смешанный*, характеризующийся отдельными пиковыми дискретными составляющими на фоне сплошного спектра. Производственные шумы чаще всего имеют смешанный спектр (рис.20).

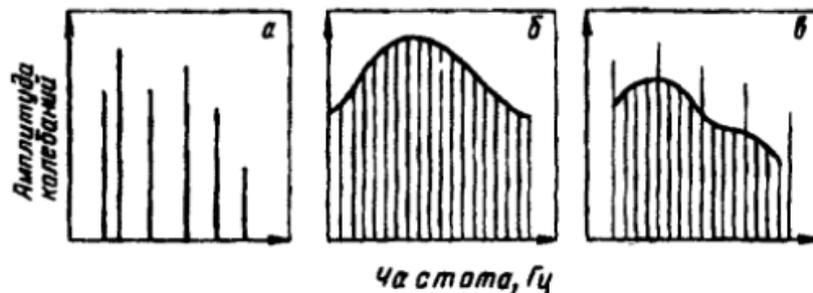


Рисунок 20 – Типы шумовых спектров: а - дискретный (линейчатый); б - сплошной, в – смешанный

По частоте шумы подразделяются на низкочастотные, если максимальные уровни звукового давления лежат в области низких частот (до 350 Гц), среднечастотные (максимум в диапазоне частот 350...800 Гц) и высокочастотные (максимум выше 800 Гц).

По временным характеристикам шумы делятся на *постоянные* и *непостоянные*. К постоянным относятся шумы, уровни звука которых за восьмичасовой рабочий день изменяются во времени не более чем на 5 дБА. Непостоянные шумы делятся на *колеблющиеся* во времени, *прерывистые* и *импульсные*. К *колеблющимся* шумам относятся такие, уровни звука которых непрерывно меняются во времени. К *прерывистым* относятся шумы, уровни звука которых меняются ступенчато на 5 дБ и более. К *импульсным* относятся шумы, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый из которых имеет дли-

тельность менее 1 с. Наибольшую опасность для человека представляют тональные высокочастотные непостоянные шумы.

Любой источник шума характеризуется звуковой мощностью, которая определяет общее количество звуковой энергии, излучаемой источником в окружающее пространство за единицу времени.

Уровень акустической мощности источника равен:

$$L_w = 10 \lg w/w_0, \text{ где } w_0 - \text{ условный порог акустической мощности } (w_0 = 10^{-12} \text{ Вт}).$$

Если в производственном помещении находится n одинаковых источников шума, равноудаленных от расчетной точки и обладающих одинаковым уровнем шума L , то общий уровень (в дБ) будет определяться как

$L_{\Sigma} = L_1 + 10 \lg^* n$, где L_1 - уровень шума одного источника, дБ; n - число источников.

Из этой формулы видно, что два одинаковых источника создадут суммарный уровень всего на 3 дБ больший, чем каждый из них (так как $10 \lg 2 = 10 \cdot 0,3 = 3$); 10 источников - на 10 дБ; 100 источников на 20 дБ и т.д.

На производстве такое условие часто невыполнимо, поскольку износ технологического оборудования неодинаков (например, цикличность) поэтому расчет L_{Σ} ведут по другой формуле (в дБ):

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}),$$

где L_1, L_2, L_n - уровни звукового давления, создаваемого источниками в расчетной точке.

При измерении и анализе шумов, а также при проведении акустических расчетов спектры (рис. 16) оценивают в октавных или третьооктавных диапазонах. Полоса частоты, в которой верхняя граничная частота f_2 в 2 раза больше нижней f_1 , называется октавной, т.е. $f_2/f_1 = 2$. Для третьооктавной полосы $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2} = 1,26$. В качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берется среднегеометрическая полоса $f_{cp} = \sqrt[3]{f_1 f_2}$. Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и составляют 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц при соответствующих им граничных частотах 45-90; 90-180; 180-355; 355-710; 710-1400; 1400-2800; 2800-5600 и 5600-11200.

Нормирование допустимых уровней звукового давления производится для каждой октавной полосы частот в соответствии с рекомендациями стандарта. Этот стандарт предусматривает дифференцированный подход с учетом характера производственной деятельности в условиях шума (умственный труд, нервно-эмоциональные нагрузки, физический труд и т.д.). Учитывается и характер действующего шума (тональный, импульсный, постоянный и др.) и длительность воздействия шумового фактора при расчете эквивалентных уровней для непостоянных шумов.

Совокупность восьми нормативных уровней звукового давления на разных среднегеометрических частотах называется *предельным спектром* (ПС). Каждый из спектров имеет свой индекс ПС (например ПС-80, где цифра 80 - нормативный уровень звукового давления (в дБ) в октавной полосе $cf = 1000$ Гц).

Некоторые нормированные ГОСТом параметры для широкополосного шума приведены в таблице 40.

Таблица 40 - Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для широкополосного шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (в дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	225	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения конструкторских бюро, программистов вычислительных машин, лабораторий теоретических исследований и т.п.	71	81	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	77	70	66	58	55	52	50	44	60
Помещения лабораторий экспериментальных исследований	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	75	74	85

Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, а также в случае тонального или импульсного шума допустимые уровни на рабочих местах следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 40. Уровень звука в дБА связан с ПС зависимостью

$$\text{дБА} = \text{ПС} + 5\text{дБ}.$$

Кроме характера выполняемых работ учитывают и длительность воздействия шума. В этом случае при воздействии широкополосного шума от 0,25 до 4 ч допустимые уровни могут быть увеличены на 20 дБ, а при воздействии тонального или импульсного (0,25-1,5 ч) - на 15 дБ.

1.2 Методы защиты от шума:

1. Уменьшение шума в источнике возникновения: замена ударных механизмов безударными; замена возвратно-поступательных движений вращательными; замена подшипников качения на подшипники скольжения; совершенствование кинематических схем; применение пластмассовых деталей; использование глушителей из звукопоглощающего материала; виброизоляция шумных узлов и частей машин; покрытие издающих шум поверхностей вибродемпфирующим материалом.

2. Уменьшение шума методами:

Звукопоглощение: метод основан на поглощении звуковой энергии волн, распространяющихся по воздуху звукопоглощающими материалами, которые трансформируют ее в тепловую.

Звукопоглощающие материалы и конструкции подразделяются на:

- волокнисто-пористые поглотители (войлок, минеральная вата, фетр, акустическая штукатурка и др.);
- мембранные поглотители (пленка, фанера, закрепленные на деревянные обрешетки);
- резонаторные поглотители (классический резонатор Гельмгольца);
- комбинированные поглотители.

Звукопоглощающие свойства материалов определяются коэффициентом звукопоглощения α , равным отношению количества поглощенной звуковой энергии $E_{\text{погл}}$ к общему количеству падающей энергии $E_{\text{пад}}$ (табл. 41).

Таблица 41 - Звукопоглощение конструкционными материалами (элементами)

Конструкционный материал (элемент)	Коэффициент звукопоглощения, α
Бетон	0,015
Стекло	0,02
Дерево	0,1
Войлок	0,3-0,5
Открытое окно	1,0

$\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}$ причем при $\alpha = 0$ вся звуковая энергия отражается без поглощения; при $\alpha = 1$ вся энергия поглощается

Звукопоглощение в помещении определяется по формуле:

$$AL_{\text{обл}} = 10 \lg A_1/A_2, \text{ дБ}$$

где A_1 - полное звукопоглощение в помещении до установки облицовки, м^2 ($A_1 = \alpha_{\text{несобл}} * S, \text{м}^2$; принимается $\alpha_{\text{несобл}} 0,1$); A_2 - эквивалентная площадь поглощения после установки облицовки, м^2 ($A_2 = A_1 + \Delta A$, где ΔA - добавочное поглощение, вносимое облицовкой).

Тогда величина снижения шума составит

$$\Delta L_{\text{обн}} = 10 \lg (1 + \Delta A / A_1), \text{ дБ}$$

Звукоизоляция: метод основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение (экран). От наружного или внутреннего источника воздушный шум проникает через окна и стены, а вибрации передаются по грунту, трубопроводам и строительным конструкциям, колебания которых вызывают появление структурного шума.

Звукоизолирующие свойства ограждения (экрана) характеризуются коэффициентом звукопроницаемости τ , представляющим собой отношение звуковой мощности $P_{\text{прош}}$ к падающей $P_{\text{пад}}$

$$\tau = P_{\text{прош}} / P_{\text{пад}}$$

Звукоизолирующая способность конструкции выражается величиной:

$$R = 10 \lg * 1 / \tau, \text{ дБ}$$

Увеличение расстояния от машин (аппаратов), производящих сильный шум

Суммарный уровень шума от источника на расстоянии r в свободном пространстве

$L_{\Sigma} = L_1 - 20 \lg r - 11$, дБ, где r - расстояние от источника звука, м; L_0 - уровень шума источника, дБ.

Индивидуальные средства защиты

Суммарный уровень шума можно снизить на 5-20 дБ за счет использования различных противовоздушных вкладышей для ушных раковин человека: беруши, вата, губка и др. При уровне шума выше 120 дБ применяются наушники (антифоны) и специальные шлемы.

Борьба с акустическим загрязнением биосферы будет определяться в первую очередь экономическими затратами.

1.3. Оценка мероприятий по снижению шума и оценка ущерба от шума в городской застройке

Уровень шума в жилых массивах не должен превышать 50 дБ.

Снижение уровня шума U в городских условиях вычисляется по формуле:

$$U = U_n - X_1 - X_2 - X_3 - X_4$$

U_n – уровень шума на расстоянии n м от источника;

X_1 – снижение шума в результате сферического характера распространения волн в атмосфере;

X_2 – снижение шума под влиянием поверхности земли;

X_3 – снижение шума под влиянием зеленых насаждений;

X_4 – снижение шума экранирующими устройствами;

$$X_1 = 10 \lg r_n / n, \quad \text{Дб}$$

r_n – расстояние от источника шума до объекта защиты;

$$X_2 = X_1 K_1, \quad \text{Дб}$$

K_1 – коэффициент поглощения шума (для открытого грунта $K=1$);

$$X_3 = X_1 K_3, \quad \text{Дб}$$

K_3 – коэффициент снижения звуковой энергии зелеными насаждениями (для полосы из двух рядов деревьев шириной 6 м $K_3=1.2$).

Экономический ущерб от шумового воздействия рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{э}} = \gamma B(Y) N.$$

$$B(Y) = 2^{0.1Y} - 5.3$$

γ – множитель. Одна условная единица на человека в год; Y – уровень шума до которого снизили; N – количество жителей в доме.

2 ВИБРАЦИЯ: МЕХАНИЗМ, НОРМИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

2.1 Механизм явления. Воздействие на организм человека

Под вибрацией понимают механические, часто синусоидальные, колебания системы с упругими связями, возникающие в машинах и аппаратах при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом состоянии. Чаще всего такое колебательное движение происходит из-за неуравновешенных силовых воздействий: дисбаланс вращающихся частей, инерционное возбуждение при работе возвратно-поступательных механизмов, ударные процессы и др.

Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) подразделяют на: *местную (локальную)*, передающуюся чаще всего на руки работающего, и *общую*, передающуюся посредством вибрации рабочих мест и вызывающую сотрясение всего организма. В производственных условиях нередко имеет место интегрированное действие местной и общей вибрации.

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии - вибрационной болезни.

В зависимости от источника возникновения *общая вибрация* бывает: транспортная, транспортно-технологическая и технологическая. *Локальной вибрации* подвергаются люди, работающие с ручным механизированным электрическим или пневматическим инструментом.

Спектры уровней колебательной скорости являются основными характеристиками вибраций. Они бывают (как и для шума) *дискретными, сплошными и смешанными*. По характеру спектра вибрация подразделяется на *узкополосную* и *широкополосную*, по частотному составу - на *низкочастотную* с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах 8 и 16 Гц, *среднечастотную* - 31,5 и 63 Гц, *высокочастотную* - 125, 250, 500, 1000 Гц - для локальной вибрации; для вибрации рабочих мест - соответственно 1 и 4 Гц, 8 и 16 Гц, 31,5 и 63 Гц.

Наиболее опасная частота общей вибрации лежит в диапазоне 6-9 Гц, поскольку она совпадает с собственной частотой колебаний внутренних органов человека (всего тела - 6 Гц, для желудка - 8 Гц, для головы - 25 Гц, для центральной нервной системы - 250 Гц). В результате может возникнуть резонанс, который приведет к механическим повреждениям или разрыву внутренних органов. В положении стоя это явление может возникнуть для головы относительно основания, плечевого пояса, бедер при $f = 4-6$ Гц, а в положении сидя - для головы относительно плеч - при $f = 4-30$ Гц. Для лежащего человека область резонансных частот находится в интервале 3-3,5 Гц. При частоте больше 16-20 Гц вибрация сопровождается шумом. Шумовые (звуковые) эффекты присутствуют также в инфразвуковом и ультразвуковом диапазонах.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: частота f (Гц), амплитуда смещения A_m (м), скорость V (м/с) и ускорение a_m (м/с²), определяемые как

$$A = A_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$V = 2\pi f A$$

$$a = (2\pi f)^2 A, \text{ где } \omega = 2\pi f - \text{частота; } \varphi - \text{начальная фаза.}$$

Весь спектр частот вибраций, воспринимаемых человеком, может быть разделен (как и для шума) на октавные и третьоктавные полосы частот со среднегеометрическими частотами октавных полос 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц.

За нулевой уровень колебательной скорости принята величина $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с, соответствующая среднеквадратичной колебательной скорости при стандартном пороге звукового давления, равном $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Порог восприятия вибрации для человека значительно выше и равен $1 \cdot 10^{-4}$ м/с. За нулевой уровень колебательного ускорения принимают величину $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с². При колебательной скорости 1 м/с возникают болевые ощущения.

Относительные уровни виброскорости и виброускорения определяются по формулам (дБ):

$$L_v = 20 \lg V/V_0$$

$$L_a = 20 \lg a/a_0$$

2.2 Методы защиты от вибрации. Нормирование

Внастоящее время около 40 государственных стандартов регламентируют технические требования к вибрационным машинам и оборудованию, системам виброзащиты, методам измерения и оценки параметров вибрации.

Санитарно-гигиенические нормы регламентируют вибрации на рабочих местах в производственных помещениях. Для наиболее распространенных в промышленности частот вибраций (15-100 Гц) амплитуды допустимых колебаний изменяются от 0,03 до 0,003 мм.

Защита от вибраций должна начинаться с устранения их источника путем совершенствования кинематических схем и улучшения работы механизмов следующими методами:

Статическая и динамическая балансировка - устранение дисбаланса вращающихся масс (деталей) оборудования.

Виброизоляция - снижение уровня вибрации путем уменьшения передачи колебаний от источника колебаний к объекту. Ее осуществляют посредством введения в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машины к основанию.

Показателем эффективности виброизоляции является коэффициент передачи μ , который показывает, какая доля динамической силы, возбуждаемой машиной, передается через амортизаторы на основание:

$\mu = \text{КП} = \frac{\text{Передаваемая через основание сила}}{\text{Возмущающая сила машины}} = \frac{F_{\text{м основ.}}}{F_{\text{м маш.}}}$

Чем это отношение меньше, тем лучше виброизоляция. Хорошая виброизоляция достигается при КП = 1/8-1/15.

Коэффициент передачи может быть рассчитан по формуле:

$$\text{КП} = 1 / (f / f_0)^2 - 1,$$

где f - частота вынужденных колебаний; f_0 - частота собственных колебаний ($f_0 = 1 / 2\pi (\sqrt{q/m})$; q - жесткость виброизоляторов (сила для их деформации на единицу длины); m - масса агрегата.

При $f = f_0$ наступает резонанс!

Вибропоглощение и виброгашение.

Вибропоглощение - нанесение на вибрационную поверхность упруго-вязких демпфирующих материалов, обладающим большим внутренним трением (резина, мастика).

Виброгашение - создание добавочной колеблющейся системы с динамической частотой, равной частоте возмущающей силы, но с реакциями, противоположными ей.

Для снижения вибрации возможно применение ударных виброгасителей маятникового, пружинного и плавающего типов, а также виброгасителей камерного типа. Ориентировочно маятниковые ударные виброгасители используют для гашения колебаний с частотой 0,4-2 Гц, пружинные - 2-10 Гц, плавающие - выше 10 Гц.

Индивидуальные средства защиты от вибраций: обувь с амортизирующими подошвами (толстая мягкая резина), антивибрационные рукавицы, в которых амортизатором является прокладка из специального поролона толщиной до 12 мм.

Для контроля уровня вибраций применяют виброметр ВМ-1, прибор ВШВ-003 и др. приборы.

В программе мероприятий важная роль отводится разработке и внедрению научно обоснованных режимов труда и отдыха. Например, суммарное время контакта человека с вибрацией не должно превышать 2/3 продолжительности рабочей смены. Рекомендуется устанавливать 2 регламентируемых перерыва для активного отдыха, проведения физиопрофи-лактических процедур, производственной гимнастики по специальному комплексу.

В таблице 42 приведено допустимое время воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями.

Контрольные задания:

Задание №1. Определите эффективность снижения уровня шума от работающего предприятия на расстоянии 4 м с уровнем шума в данном месте 85 Дб, если расстояние до стандартных объектов защиты от шумасоставляет 62 м.

Таблица 42 – Допустимое время воздействия вибрации

Вибрация	Длительность воздействия вибраций (мин) при превышении уровней вибрации над нормативными значениями, не менее (дБ)				
	0	3	6	9	12
Локальная	320	160	80	40	40
Общая	480	120	60	30	15

Задание №2. Рассчитать экономический ущерб для 250 человек, проживающих в зоне воздействия шума при условии данных шумового воздействия задания №1.

РАЗДЕЛ 5 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1. ИОНИЗИРУЮЩИЕ ПОЛЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ: ОПАСНОСТЬ, ОЦЕНКА, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ. БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1.1 Электростатические поля и загрязнение биосферы

Статическое электричество - это процесс образования, сохранения и разделения свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ и материалов или на изолированных проводниках.

Явление статической электризации наблюдается в следующих основных случаях: в потоке и при разбрызгивании жидкостей; в струе газа или пара; при соприкосновении и последующем разделении двух твердых разнородных тел (контактная электризация). Эти случаи являются базовыми технологических процессов. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры (пожарная опасность) и вредном действии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля E , возникающего вокруг заряженных поверхностей. У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Легкие «уколы» и «пощипывания» при работе с сильно наэлектризованными материалами негативно влияют на психику рабочих, а в определенных ситуациях могут вызвать шоковое состояние. При постоянном прохождении через тело человека малых токов электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профзаболеваниям.

Вследствие этого введены допустимые уровни напряженности электростатических полей $E_{\text{пред}}$. Данный уровень устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. Для $E < 20$ кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется. Для $E = 20-60$ кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты зависит от конкретного уровня напряженности на рабочем месте и определяется по формуле:

$$\tau = (E_{\text{пред}}/E_{\text{факт}})^2,$$

где $E_{\text{факт}}$ - фактическое значение напряженности поля, кВ/м.

Основная величина, характеризующая способность различных материалов проводить ток, а также определяющая их способность к электризации - удельное электрическое сопротивление ρ (Ом*м).

Все вещества и материалы в зависимости от величины ρ (ρ_v - объемное, ρ_s - поверхностное) подразделяются на диэлектрические ($\rho > 10^8$ Ом*м), антистатические ($\rho = 10^5-10^8$ Ом*м) и электропроводящие ($\rho < 10^5$ Ом*м). В соответствии с этими Правилами ρ_v и ρ_s должны указываться в технологическом регламенте, а также в исходных данных при проектировании любого технологического процесса.

Меры защиты от статического электричества направлены на предупреждение возникновения и накопления зарядов статического электричества, создание условий рассеивания зарядов и устранение опасности их вредного воздействия.

Основные методы и средства защиты от статического электричества заземление, исключение воспламеняющих разрядов, исключение условия воспламенения, повышение электропроводимости окружающей среды.

2.2 Радиационное излучение и загрязнение биосферы

Среди опасностей, угрожающих человеку, особено необходимо выделить ионизирующую радиацию, в частности, техногенную составляющую. Главными источниками ионизирующих излучений и радиоактивного загрязнения (заражения) являются предприятия ядерного топливного цикла: атомные станции (реакторы, хранилища отработанного ядерного топлива, хранилища отходов); предприятия по изготовлению ядерного топлива (урановые рудники и гидрометаллургические заводы, предприятия по обогащению урана и изготовлению тепловыделяющих элементов - ТВЭлов); предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов (радиохимические заводы, хранилища отходов); исследовательские ядерные реакторы, транспортные ядернохимические установки и военные объекты.

Атомная энергетика может дать реальный выход из энерго-экологического тупика, возникающего при использовании основных источников энергии (нефть, природный газ, уголь): парниковый эффект, увеличение среднегодовой температуры на Земле, потребление кислорода из атмосферы и др. При делении ядерного горючего 80% образующейся энергии превращается в тепло, а 20% выделяется в виде радиоактивных излучений. Это радиоактивные изотопы в воде (натрий-24), продукты коррозии (марганец-54, железо-55), осколки деления урана от цинка до гадолиния (200 изотопов: цезий-137, ксенон-133, йод-131, молибден-99, цирконий-95, уран-235 и др.).

Технология производства тепла и электроэнергии из ядерного топлива хорошо разработана и экономически конкурентоспособна по сравнению с технологиями на ископаемом (природном) топливе. Уникальной особенностью ядерного топлива является возможность его воспроизводства, то есть искусственная наработка нового ядерного топлива в реакторе. Ядерные электростанции в нормальном режиме производства электроэнергии обеспечивают наибольшую экологическую чистоту. В то же время они могут представлять огромную опасность для окружающей среды в случае тяжелых аварий.

В отличие от других способов получения энергии в процессе работы ЯЭУ остаются экологически более опасные отходы в виде выгоревшего топлива с высокой долгоживущей радиоактивностью. Отсюда вытекают задачи по оптимизации топливного цикла ЯЭУ, способов переработки облученного топлива и обращения с полученными при этом радиоактивными отходами.

О механизме радиационного излучений

Согласно определениям атомной физики и радиоэкологии, атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относятся к разновидностям одного и того же химического элемента и называются изотопами. Ядра всех изотопов образуют группу «нуклидов». Большинство нуклидов нестабильны, они все время превращаются в другие нуклиды. Сложные процессы, происходящие внутри атома, сопровождаются высвобождением энергии в виде *излучения*. Процесс самопроизвольного распада нуклида называется *радиоактивным распадом*, а сам такой нуклид - *радио-*

нуклидом. Ионизирующее излучение делится на *корпускулярное* (альфа, бета, нейтронное) или *фотонное* (рентгеновское, гамма).

Испускание ядром двух протонов и двух нейтронов - это α - излучение, испускание электронами (позитронами) - β -излучение, испускание порции квантовой энергии перевозбужденным нестабильным нуклидом - γ -излучение (γ -квант). Иными словами, α -частицы представляют собой поток ядер гелия. Их энергия лежит в пределах 3-9 МэВ ($1\text{эВ} = 1,6 \times 10^{-19}$ Дж). Пробег такой частицы в воздухе 8-9 см, а в мягких биологических тканях - десятки микронов. β - частицы - это поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. Их энергия находится в диапазоне 0,0005-3,5 МэВ. Ионизирующая способность ниже, а проникающая - выше, чем у α - частиц. Максимальный пробег в воздухе - 1,8 м, в тканях - 2,5 см. Гамма-лучи - результат высокочастотного электромагнитного излучения, возникающего в процессе ядерного распада. Эти лучи обладают большой проникающей способностью и малым ионизирующим действием. Энергия их лежит в пределах 0,01-3 МэВ.

Вышеуказанные излучения, таким образом, характеризуются ионизирующей и проникающей способностью. Эти свойства и определяют их воздействие на биологические объекты.

В таблице 43 приведены некоторые свойства излучений.

Таблица 43 - Основные свойства α -, β - и γ -излучений естественных радиоактивных веществ

Излучение	Природа	Электрический заряд	Ионизирующая способность	Проникающая способность
α	Ион He***	+	Очень высокая	Низкая: 0,1 мм воды, лист бумаги
β	Электрон	-	Высокая	Высокая: до 0,5 мм алюминия
γ	Электромагнитное излучение	Нейтральное	Низкая	Очень высокая: до нескольких сантиметров свинца

2.3 Единицы измерения ионизирующих излучений

Активность источника радиационного излучения характеризуется числом ядерных превращений в единицу времени и выражается в беккерелях (Бк): $1\text{Бк} = 1$ распад в секунду (внесистемная единица Кюри - Кю = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк).

Поле, создаваемое источником ионизирующего излучения, имеет следующие характеристики:

Экспозиционная дозарентгеновского и гамма-излучения D_0 определяется по ионизации воздуха. Она представляет собой отношение суммарного заряда dQ всех ионов одного знака, созданных в воздухе, когда все электроны и позитроны, освобожденные фотонами в элементарном объеме воздуха массой dm , полностью остановились, к массе воздуха в указанном объеме:

$$D_0 = dQ / dm$$

Единица измерения - кулон на килограмм, Кл/кг. Используется и внесистемная единица измерения - рентген, R ($1 R = 2,25 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг).

Мощность экспозиционной дозы P_0 - приращение экспозиционной дозы в единицу времени:

$$P_0 = dD_0 / dt$$

Единица измерения - Ампер на килограмм, А/кг. Внесистемная единица R/c ($1 A/kg = 3,88 R/c$).

Поглощение энергии излучения объектами неживой природы характеризуется следующими параметрами:

Поглощенная доза излучения D - это энергия ионизирующего излучения dE , поглощенная облучаемым веществом и рассчитанная на единицу его массы:

$$D = dE / dm$$

Единица измерения поглощенной дозы - грей, Гр. Внесистемная единица рад, $1 Gr = 100 рад = 1 Дж/кг$.

Мощность поглощенной дозы P - приращение поглощенной дозы излучения dD в единицу времени.

$$P = dD / dt, Gr/c.$$

При характеристике поглощения облучения биологическими объектами используют следующие понятия:

Эквивалентная доза H - основная дозиметрическая величина в области радиационной безопасности, введенная для оценки возможного ущерба здоровью человека от хронического воздействия ионизирующего излучения произвольного состава.

Эквивалентная доза равна произведению поглощенной дозы на средний коэффициент качества - k , учитывающий биологическую эффективность разных видов ионизирующих излучений. Измеряется в зивертах, Зв, внесистемная единица - бэр, $1 Зв = 100 бэр$.

Мощность эквивалентной дозы - приращение эквивалентной дозы в единицу времени. Единица мощности эквивалентной дозы - зиверт в секунду, Зв/с, $1 Зв/с = 100 бэр/с$.

Эффективная эквивалентная доза (ЭЭД) H_e - сумма произведений эквивалентной дозы, полученной каждым органом H_T , на соответствующий весовой коэффициент W_T , учитывающий различную чувствительность органов к излучению. ЭЭД обеспечивает сравнимость и приведение неравномерного облучения тела к такой же оценке его последствий, как и при равномерном облучении:

$$H_e = \sum_{i=1}^T H_T W_T .$$

Эта величина измеряется в зивертах, Зв. Например, доза облучения легких 1 мЗв соответствует ЭЭД = 0,12 мЗв, т.е. показывает, что при равномерном облучении всего тела дозой 0,12 мЗв вероятность риска от облучения такая же, что и при облучении дозой 1 мЗв только легких.

2.4 Действие радиации на человека

Биологическое действие ионизирующего излучения заключается в том, что поглощенная энергия расходуется на разрыв химических связей и разрушение клеток живой ткани. Облучение кожи в зависимости от величины дозы вызывает разной степени ожоги, а также может наносить серьезные отдаленные последствия: перерождение кровеносных сосудов, возникновение хронических язв и раковых опухолей со смертельным исходом через 6-30 лет. Смертельная доза γ -излучения считается равной 600 ± 100 Р. Так называемая смерть под лучом наступает при дозе около 200000 Р. Доказано, что облучение может иметь генетические последствия, вызывать мутации. При дозах *внешнего облучения* не более 25 бэр никаких изменений в организмах и тканях человека не наблюдается.

Некоторые сведения об эффектах внешнего воздействия ионизирующих излучений приведены в таблице 44.

При внутреннем облучении опасны все виды излучения, так как действуют непрерывно и практически на все органы.

Внутреннее облучение вызывается источниками, входящими в состав организма или попавшими в него с воздухом, водой или пищей, во много раз опаснее, чем *внешнее*, при тех же количествах радионуклидов, так как:

1. Время облучения увеличивается и совпадает со временем пребывания радиоактивного вещества в организме; такие вещества, как ^{226}Ra или ^{239}Pu , из организма практически не выводятся, и облучение длится всю жизнь.

2. Доза облучения резко возрастает из-за бесконечно малого расстояния до ионизируемой ткани.

Таблица 44 - Некоторые эффекты внешнего воздействия ионизирующих излучений на человека

Условия облучения	Доза (накопленная) или мощность дозы	Эффект
Однократное острое, пролонгированное, дробное, хроническое - все виды	Любая доза, отличная от 0	Увеличение риска отдаленных последствий и генетических нарушений
Хроническое в течение ряда лет	0,1 Зв (10 бэр) в год и более	Снижение неспецифической резистентности организма
	0,5 Зв (50 бэр) в год и более	Специфические проявления лучевого воздействия, снижение иммунореактивности, катаракта (при дозах более 30 бэр)

Острое однократное	1,0 Зв (100 бэр) и более	Острая лучевая болезнь разной степени тяжести
	4,5 Зв (450бэр) и более	Острая лучевая болезнь со смертельным исходом у 50% облученных
Пролонгированное, 1-2 месяца, на щитовидную железу	10,0 Зв (1000 бэр) и более	Гипофункция щитовидной железы, возрастание риска развития опухолей (аденом и рака) с вероятностью около $1 \cdot 10^{-2}$

3. Отсутствует защитное действие кожного покрова; α -частицы из полностью безопасных при внешнем облучении становятся наиболее опасными.

4. Нельзя использовать методы защиты, разработанные для внешнего облучения.

При внешнем облучении α - и β -частицы из-за малой проникающей способности вызывают в основном поражения кожи, γ -излучение может вызвать гибель организма при отсутствии внешних изменений кожных покровов.

2.5 Оценка и нормирование радиоактивного излучения

Для количественной оценки облучения *населения и производственного персонала* существуют следующие величины: активность радиоактивного вещества, поглощенная доза, эквивалентная доза, эффективная ожидаемая доза, эффективная доза, коллективная эффективная доза.

Все население делится на 2 категории: 1. Персонал, непосредственно работающий с источниками излучения; 2. Все население (включая 1 категорию вне сферы производственной деятельности).

Персонал в свою очередь делится на 2 группы: А - работающие с источниками излучения и Б - по условиям работы находящиеся в сфере их воздействия.

Для каждой категории облучаемых лиц установлено 3 класса нормативов: основные дозовые пределы, допустимые уровни и контрольные уровни (устанавливаются администрацией учреждения по согласованию с органами Госкомсанэпиднадзора).

В таблице 45 представлены основные дозовые пределы.

Таблица 45 - Основные дозовые пределы

Нормируемые величины	Дозовые пределы, мЗв	
	персонал (группа А)	население
Эффективная доза	20 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв/год	1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год
Эквивалентная доза за год в:		
хрусталике	150	15
коже	500	50
кистях и стопах	500	50

Превышение допустимых и контрольных уровней является порогом ухудшения радиационной обстановки и сигналом к принятию соответствующих мер безопасности.

Расчетные уровни индивидуального радиационного риска, соответствующие установленным нормами радиационной безопасности пределам доз облучения, представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Уровни индивидуального радиационного риска, соответствующие установленным пределам доз

Категория лиц, подвергающихся облучению	Уровень дозы	Риск соматико-стохастических последствий в год	Риск генетических последствий в год	Общий риск в год
Персонал	Предел дозы, 0,05 Зв	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8,25 \cdot 10^{-4}$
	Средняя доза при установленном пределе, 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
Отдельные лица из населения	Предел дозы, 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
	Средняя доза при установленном пределе, 0,0005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$8,25 \cdot 10^{-6}$

При сочетании внешнего, внутреннего облучения и поступления нескольких радионуклидов в организм должно выполняться *условие безопасности*

$$\sum D_{эi} / ПДД_i + \sum П_j / ПДП_j \leq 1$$

где $D_{эi}$ - эквивалентная доза i-го излучения на данный орган; $П_j$ - поступление j-го радионуклида; ПДД_i- предельно допустимая доза; ПДП_j- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ через органы дыхания и пищеварения.

Для комплексной оценки состояния *окружающей среды* и сферы жизнедеятельности человека (инженерных объектов и др.) принято использовать следующие параметры:

Плотность радиоактивного загрязнения почвы (запас) по отдельным радионуклидам: ^{137}Cs , ^{90}Sr и Pu (по сумме изотопов плутония);

Мощность экспозиционной дозы на расстоянии 1 м от поверхности почвы;

Эффективная (ожидаемая) эквивалентная годовая доза облучения населения.

В таблице 47 представлены критерии экологического состояния радиоактивно загрязненной территории, определенные, исходя из вышеназванных параметров.

Для обнаружения ионизирующих излучений, измерения их энергии и других свойств применяются дозиметрические приборы (рентгенометры, радиометры и дозиметры).

2.6 Защита от излучения

Основные методы в производственном цикле: защита расстоянием, защита временем, защита экранированием источника излучения и защита количеством (мощностью источников). «Защита расстоянием» основана на том, что интенсивность облучения уменьшается пропорционально квадрату расстояния между источником излучения и работающим. «Защита временем» заключается в уменьшении продолжительности контакта человека с источником излучения. «Защита экранированием» - укрытие источника излучения конструкционными материалами, хорошо поглощающими излучение: свинец, железо, бетон, бор или свинецосодержащее стекло и др. «Защита количеством» заключается в уменьшении мощности источников до минимальных величин.

Таблица 47 – Критерии экологического состояния территории

№	Параметры	Экологическое состояние		
		экологическое бедствие	чрезвычайная экологическая ситуация	удовлетворительная ситуация
	Мощность экспозиционной дозы на уровне 1 м от поверхности почвы, мкР/час	Более 400	200-400	До 20
	Радиоактивное загрязнение, Ки/км ² ¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr Pu (сумма изотопов)	Более 40 Более 3	15-40 1-3 Более 0,1	До 1 До 0,3 -
	Эффективная доза облучения, мЗв/год	Более 10	5-10	Менее 1

Безопасные ресурсосберегающие технологии

Для широкого внедрения атомной энергетики необходимо решить две технические проблемы: разработать реактор с повышенной безопасностью и технологию удаления опасных высокоактивных отходов, отвечающую требованиям промышленной экологии.

Только для производства электроэнергии используется несколько различных типов реакторов, которые можно классифицировать на две большие группы: *реакторы на тепловых и на быстрых нейтронах*.

В качестве топлива в атомной станции может использоваться ряд элементов, основным из которых в настоящее время является уран. Существует три основных способа разработки урановых месторождений: подземный, открытый и наиболее современный способ подземного выщелачивания. В качестве выщелачивающего реагента применяют растворы серной кислоты и карбонат-бикарбонатных солей, насыщенных кислородом. Растворы закачивают в рудо-

носные пласты, растворяют там уран, и полученный раствор солей урана извлекают на поверхность. Далее руду (по первым двум способам) или растворы урана перерабатывают на специальных гидрометаллургических предприятиях в продукт, называемый «желтый кек», представляющий собой концентрат солей урана желтого цвета, содержащий около 80% U_3O_8 . Концентрат урана очищают и переводят путем конверсии в легколетучее соединение - гексафторид урана. Известно пять основных методов разделения (обогащения) изотопов урана: газодиффузионный, центрифужный, аэродинамический, химический и лазерный.

Радиоактивных отходов бывают *твердыми, жидкими и газообразными*. По содержанию в них радионуклидов и уровню тепловыделения их подразделяют на *низкоактивные (НАО), среднeактивные (САО) и высокоактивные (ВАО)*.

Большее количество отходов относится к классу НАО, образующихся в основном при добыче и переработке урановых руд. Присутствующие продукты распада урана делают радиоактивными шахтные воды, рудные отвалы и отвалы горных пород. Для устранения пылеобразования проводится распыление воды или пылевязких растворов. Во избежание загрязнения грунтовых вод все стоки собираются и перекачиваются на участки обработки отходов. Наиболее интенсивно в окружающую среду проникают газообразный радон и легкорастворимые соединения радия. В связи с этим вокруг площадок с отвалами создают санитарно-защитные зоны. *Твердые* отходы прессуют. *Жидкие* - осаждают, концентрируют на ионообменных смолах или выпаривают. Загрязненные радионуклидами потоки воды пропускают через деминерализаторы (очистные колонны, заполненные сорбентами) для достижения уровня чистоты питьевой воды. *Газообразные* отходы пропускают через угольные или другие фильтры и удаляют под соответствующим контролем через высокую вентиляционную трубу. *Горючие* отходы сжигают с обязательным улавливанием радиоактивных газов и концентрации на сорбентах. Затем отходы (НАО и САО) кондиционируют (отверждают) методами *цементирования и битумирования*. Основным недостатком цементирования - низкая прочность готовых к захоронению или транспортировке блоков и невысокая устойчивость к влияниям погоды и к выщелачивающему действию воды. Битумирование - это более дорогостоящий процесс по сравнению с цементированием.

К ВАО относятся продукты деления урана, накапливающиеся в топливе. Их количество составляет менее 1%, а радиоактивность - 98% всей радиоактивности, образующийся в атомной промышленности. К категории ВАО относится выгруженное из реактора отработанное топливо и отходы, образующиеся на первых ступенях экстракции урана и плутония. Растворы последних упаривают и сливают в емкость для временного хранения. Топливо хранится на площадках АЭС. Для подготовки к долговременному хранению или окончательному удалению ВАО подвергают остекловыванию (капсулированию): упаренные растворы прокачивают и подвергают обработке расплавами фосфатных или боросиликатных стекол. Такая форма обезвреживания токсикантов обеспечивают полную безопасность, так как большая часть радионуклидов ВАО распадается в течение 300 лет (справка: для растворения 1 мм поверхностного слоя стекломассы в воде требуется не менее 100 лет). Для *окончательного удаления НАО и САО* предпо-

лагается строительство подземных специальных хранилищ, разрабатываются методы хранения в пустотах горных пород или выработанных шахт.

Для окончательного удаления ВАО предложен метод *трансмутации радионуклидов*, заключающийся в переводе радионуклидов в стабильные нуклиды под действием β -излучения или потока нейтронов. *Путь удаления ВАО в космос* не является радикальным, так как существует опасность непредвиденного возвращения на Землю ракеты - носителя. Наиболее приемлемым способом является *удаление ВАО в глубокие геологические формации*. Такое хранилище должно состоять из наземной и подземной частей. Наземная часть имеет центральную зону со вспомогательными постройками. Подземная часть хранилища напоминает большую шахту, расположенную на глубине 600-1200 м. Для предотвращения миграции радионуклидов предполагается создание технических барьеров с целью обеспечения защиты в течение различных временных интервалов: *начальный период* (до помещения отходов в хранилище); *тепловой период* (до 300 лет); период геологического контроля - в миллионы лет для обезвреживания актиноидов (от актиния до лоуренсия).

Таким образом, особое внимание должно уделяться сбору, удалению и захоронению твердых и высокоактивных жидких отходов, которые могут вызвать загрязнение окружающей природной среды.

Следует также помнить, что вокруг АЭС устанавливаются три зоны с различным по строгости режимом: контролируемая - возможно облучение свыше 0.3 дозы, допустимой для персонала; санитарно-защитная - запрещено размещение производственных, жилых и культурно-бытовых объектов, не относящихся к объекту; наблюдаемая - дозы облучения населения, проживающего в ее пределах, могут несколько превышать допустимые нормативы. Ширина зон устанавливается 3, 13 и 30 км соответственно.

2 НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ: ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ: ОПАСНОСТЬ, ОЦЕНКА, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

С развитием электроэнергетики, радио- и телевизионной техники, средств связи, электронной офисной техники, специального промышленного оборудования и др. появилось большое количество искусственных источников электромагнитных полей (ЭМП), что обусловило интенсивное «электромагнитное загрязнение» среды обитания человека.

Длительное воздействие этих полей на организм человека вызывает нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечнососудистой систем, что выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

2.1 Источники ЭМП

Электромагнитные поля окружают нас постоянно. Однако человек различает только видимый свет, который занимает лишь узкую полосу спектра

электромагнитных волн - ЭМВ (рис.21). Глаз человека не различает ЭМП, длина волны которых больше или меньше длины световой волны, поэтому мы не видим излучений промышленного оборудования, радаров, радиоантенн, линий электропередач и др. Все эти устройства, как и многие другие, использующие электрическую энергию, излучают так называемые антропогенные ЭМП, которые вместе с естественными полями Земли и Космоса создают сложную и изменчивую электромагнитную обстановку.

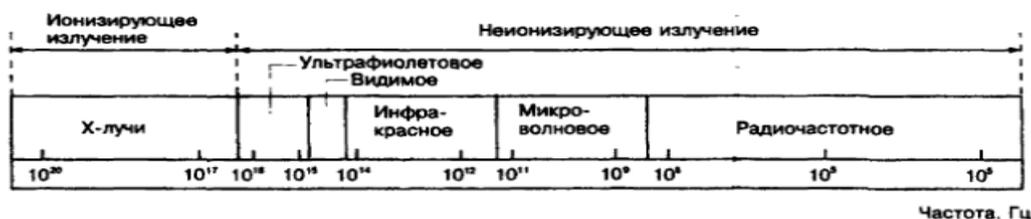


Рисунок 21 – Электромагнитный спектр

По определению, *электромагнитное поле* - это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Физические причины существования ЭМП связаны с тем, что изменяющееся во времени *электрическое поле* E (В/м) порождает *магнитное поле* H (А/м). Обе компоненты E и H , непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга.

Электромагнитные волны характеризуются *длиной волны* λ . Источник, генерирующий излучение, то есть создающий электромагнитные колебания, характеризуется *частотой* f .

Природные (естественные) источники ЭМП

Природные (естественные) источники ЭМП делятся на 2 группы. Первая - поле Земли: постоянное (основное) магнитное поле (55,7-33,4 А/м, причем напряженность геомагнитного поля убывает от магнитных полюсов к магнитному экватору). Вторая - радиоволны, генерируемые космическими источниками (Солнце, галактики и др.). В силу относительно низкого уровня излучения от космических радиоисточников и нерегулярного характера воздействия их суммарный эффект поражения биообъектов незначителен.

Человеческое тело также излучает ЭМП с частотой выше 300 ГГц с плотностью потока энергии порядка $0,003 \text{ Вт/м}^2$. Если общая площадь поверхности среднего человеческого тела $1,8 \text{ м}^2$, то общая излучаемая энергия составляет примерно $0,0054 \text{ Вт}$.

Антропогенные источники ЭМП

Антропогенные источники ЭМП в соответствии с международной классификацией также делятся на 2 группы. Первая - источники, генерирующие крайне низкие и сверхнизкие частоты от 0 Гц до 3 кГц. Вторая - источники, генерирующие от 3 кГц до 300 ГГц, включая микроволны (СВЧ-излучение) в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц.

К первой группе относятся в первую очередь все системы производства, передачи и распределения электроэнергии. Источником электрических полей промышленной частоты являются, например, токоведущие части действующих

электроустановок: линии электропередач (ЛЭП), трансформаторные подстанции, электростанции, индукторы, конденсаторы термических установок, фидерные линии, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды, электро- и кабельная проводки, металлокерамические магниты, офисная электро- и электронная техника, транспорт на электроприводе и др. В различных технологиях электромагнитная энергия высокочастотного (ВЧ) и сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазонов в основном используется для процессов электротермии, то есть для нагрева материала в самом ЭМП.

Вторую группу составляют функциональные передатчики (коммерческие передатчики, радиотелефоны, направленная радиосвязь, навигация, локаторы), различное технологическое оборудование, использующее СВЧ-излучение, переменные (50 Гц - 1 МГц) и импульсные магнитные поля, медицинские терапевтические и диагностические установки (20 МГц - 3 ГГц), бытовое оборудование (СВЧ-печи), средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и т.п.).

2.2 Нормирование ЭМП

Применение новых технологических процессов и радиоэлектронных систем и устройств, излучающих электромагнитную энергию в окружающую среду, создает и ряд трудностей, связанных с отрицательным воздействием ЭМИ на организм человека. Установлено, что этот вид энергии воздействует на весь организм в целом, вызывая его перегрев под влиянием переменного поля, а также отрицательно влияет и на отдельные системы организма.

Нормирование ЭМИ проводится в соответствии с нормативными документами. В таблице 48 приведены значения допустимой напряженности E и H и энергетической нагрузки электромагнитного поля на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, связанного профессиональное воздействием ЭМП. Указанные значения не должны превышать в течение рабочего дня.

2.3 Основные виды средств коллективной и индивидуальной защиты от ЭМП

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут быть использованы следующие способы и методы защиты: защита временем и расстоянием, снижение интенсивности излучения источника, экранирование источника, защита рабочего места от излучения, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Защита временем

Способ применяется в тех случаях, когда отсутствует возможность уменьшить напряженность (интенсивность) ЭМП до ПДУ. Допустимое время (τ) определяется как

$$6,42 = \text{ППМ} \operatorname{th}(0,05\tau)^{1,2}$$

где $\operatorname{th}(0,05\tau)^{1,2}$ - гиперболический тангенс.

Защита расстоянием (наиболее эффективный метод). Способ используется, если нельзя снизить интенсивность облучения другими методами. Является наиболее эффективным.

Таблица 48 – Предельно допустимые уровни напряженности и энергетической нагрузки ЭМП, мкВт/см²

Диапазон частот, МГц	Допустимая напряженность поля		Нормативная энергетическая нагрузка, Вт*ч/м ² (мкВт*ч/см ²)	Дополнения
	электрическая, Вт/м	магнитная, А/м		
6*10 ⁻² -3	50	-	-	Допускается превышение уровней в два раза при времени воздействия не более 0,5 рабочего дня
3-30	20	-	-	
30-50	10	-	-	
50-300	5	-	-	
6*10 ⁻² -1,5	-	5	-	
30-50	-	0,3	-	
300-3*10 ⁵	-	-	2(200) 20 (2000) 20 (2000)	Кроме случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн. Облучение от вращающихся и сканирующих антенн с частотой 1 Гц и скважностью не менее 50. Последовательное или одновременное облучение в непрерывном или прерывистом (от вращающихся и сканирующих антенн) режимах.

Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Для диапазона ДВ, СВ, КВ и УКВ расстояние определяется как

$$R = \sqrt{30pG} / E_{\text{доп.}}, \text{ м}$$

где p - средняя выходная мощность, Вт; G - коэффициент направленности антенны; E_{доп.} - допустимая напряженность электрического поля, В/м.

Для диапазона СВЧ $R = \sqrt{pG} / 4 \text{ ППМ}_{\text{доп.}}, \text{ м}$

Метод уменьшения мощности излучения

Осуществляется непосредственной регулировкой передатчика (генератора); его заменой на менее мощный применением специальных устройств - аттенюаторов, которые поглощают, отражают или ослабляют передаваемую энергию на пути от генератора к антенне.

Способы экранирования источника

Основными видами средств коллективной защиты (включая рабочие места) являются экранирующие устройства - составные части электрической

установки, предназначенные для защиты персонала в открытых распределительных устройствах (ОРУ) и на воздушных линиях электропередач.

Конструктивно экранирующие устройства оформляются в виде козырьков, навесов или перегородок из металлических канатов, прутков, сеток или пластин из резины. Экранирующие устройства должны иметь антикоррозионное покрытие и быть заземлены.

Экраны бывают *поглощающие* или *отражающие* электромагнитную энергию. Выбор конструкции экранов зависит от характера технологического процесса, мощности источника и диапазона волн. Коэффициент экранирования равен

$$L = 20 \lg \mathcal{E},$$

где $\mathcal{E} = E/E_0 > 1$ или $\mathcal{E} = H/H_0 > 1$ - эффективность экранирования; E и H - без экрана, E_0 и H_0 - с экраном.

Наряду со *стационарными* и *переносными* экранирующими устройствами применяют *индивидуальные* экранирующие комплекты (предназначены для защиты от воздействия ЭМИ, напряженность которого не превышает 60 кВ/м, создаваемого электроустановками напряжением 400, 500 и 750 кВ и частотой 50 Гц). В состав экранирующих комплектов входят: спецодежда из металлизированной ткани, средства защиты головы, рук и лица.

2.4 Безопасность лазерного излучения

Особое место среди источников ЭМИ (ЭМП) занимают лазерные установки. В промышленности применяются лазерные установки, работающие в диапазонах длин волн от ИК до рентгеновского (от 0,2 до 1000 мкм с большой плотностью энергии). Лазерная технология, например, обработка материалов лазерным излучением, позволяет осуществлять сварку материалов, сверление, резку и т.д.

Лазер (иначе ОКГ - оптический квантовый генератор) - это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения. В нем происходит преобразование различных видов энергии в энергию лазерного излучения. Плотность мощности излучения лазерных установок достигает 10^{11} - 10^{14} Вт/см², а для испарения большинства материалов достаточно 10^9 Вт/см². Для сравнения: плотность солнечного излучения 0,15-0,25 Вт/см². Поэтому серьезную опасность представляет не только прямое, но и диффузионно отраженное лазерное излучение.

В основу классификации лазеров положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала:

класс I (безопасные) - выходное излучение не опасно *для глаз*;

класс II (малоопасные) - опасно *для глаз* прямое или зеркально отраженное излучение;

класс III (среднеопасные) - опасно *для глаз* прямое, зеркально, а также диффузионно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) *для кожи* прямое или зеркально отраженное излучение;

класс IV (высокоопасные) - опасно *для кожи* диффузионно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Биологические эффекты от действия луча лазера на живые ткани заключаются в термическом (тепловом), энергетическом, фотохимическом и механическом воздействии, а также электрострикции и образовании в пределах клетки микроволнового ЭМП (ЭМИ). Эти воздействия нарушают жизнедеятельность как отдельных органов, так и организма в целом. Выделяют два механизма: первичный и вторичный. Первичный механизм проявляется в виде органических изменений в облучаемых тканях (ожоги). Вторичный механизм проявляется как реакция организма на облучение (функциональные расстройства центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, изменения в обмене веществ и др.).

В качестве приоритетных критериев при оценке *степени опасности генерируемого лазерного излучения* приняты: энергия или мощность излучения, плотность энергии (мощности) излучения, длительность воздействия излучения и длина волны.

Предельно допустимые уровни (ПДУ), требования к устройству, размещению и безопасной эксплуатации лазеров позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с ними.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного и санитарно-гигиенического характера.

В качестве индивидуальных средств защиты используют очки со специальными стеклами - фильтрами, щитки, маски, халаты светло-зеленого или голубого цветов.

Контрольные задания

Задание №1. Определить мощность полевой эквивалентной дозы гамма-излучения с помощью дозиметра. Порядок работы с прибором изучить по инструкции к дозиметру. Трижды провести измерения в помещении и на улице и вычислить в обоих случаях среднее значение. Исходя из полученных данных, рассчитать какую дозу получит человек за всю жизнь (в бэрах), соответствует ли она установленным нормам.

Задание №2. Измерить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения с помощью дозиметра. Сделать по три замера в помещении и на улице и рассчитать среднее значение по каждой группе замеров.

Задание №3. Согласно инструкции к дозиметру измерить загрязненность поверхностей бета-излучающими радионуклидами образцов, выданных преподавателем. Рассчитать процентное содержание калия в них. Построить график зависимости плотности потока бета-частиц от процентного содержания калия. Объяснить полученные результаты.

Задание №4. По инструкции к дозиметру измерить удельную активность радионуклида цезия-137 в различных образцах (вода, песок, гравий, почва).

Часть 2 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Занятие №1

**Тема: Анализ Положения об ОВОС, экологическая оценка (ЭО):
введение и краткий обзор**

Цель: Познакомиться с нормативно-правовой основой ОВОС в РФ, представить концепцию ЭО в контексте устойчивого развития, описать историю ЭО, ее необходимость, издержки и выгоды, связанные с процессом, а также важность создания местного потенциала.

Литература: ПОЛОЖЕНИЕ об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации (Приказ №372 Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 года) (Далее – ПОЛОЖЕНИЕ)

Анализ Положения об ОВОС Задание для аудиторной работы:

Проведите анализ ПОЛОЖЕНИЯ по следующему плану:

1. Каким ведомством разработано и утверждено ПОЛОЖЕНИЕ?
2. Какое определение дает ПОЛОЖЕНИЕ термину ОВОС? Чем оно отличается от определения ОВОС в Положении 1994 года?
3. Что является результатом ОВОС? С какой целью он проводится?
4. Составьте блочную схему «Принципы ОВОС (Из Положения об ОВОС, 2000).
5. В виде блочной схемы опишите процедуру ОВОС.
6. Какие права имеет общественность на участие в процессе ОВОС? Предусмотрены ли формы ее участия?
7. Каково типовое содержание материалов ОВОС?

Экологическая оценка (ЭО): введение и краткий обзор

Задание для аудиторной работы:

Ознакомьтесь с учебным материалом. Ответьте письменно в тетради на следующие вопросы:

1. Что такое «устойчивое развитие» и какова связь ЭО с этим процессом?
2. Охарактеризуйте диапазон стоящих перед обществом экологических проблем. Приведите конкретные примеры для Брянской области.
3. Опишите концепцию комплексной экологической оценки.
4. Опишите общую схему процесса ЭО в различных странах.

Учебный материал

Значение устойчивого развития и ту роль, которую ЭО может играть, как инструмент перехода к устойчивому развитию

В 1987 году Всемирная комиссия по проблемам окружающей среды и развитию определила устойчивое развитие, как развитие, удовлетворяющее потребности сегодняшнего поколения, без угрозы для потребностей будущих поколений. Окружающая среда - основа экономики, источник средств существования, а также источник национальных богатств. Безопасность этих средств существования зависит от устойчивого управления и развития ресурсной базы страны. По мере индустриализации, урбанизации, расширения использования ресурсной базы растет потребность в разумном управлении ресурсами. Один из инструментов достижения этого - экологическая оценка. Цель ЭО состоит в обеспечении того, чтобы проекты, планы развития, программы, политики и др. были приемлемы с точки зрения окружающей среды и устойчивости. ЭО - процесс планирования, используемый для прогноза, анализа и интерпретации значимых воздействий на окружающую среду намечаемой деятельности, а также для обеспечения информацией, которая может использоваться в ходе принятия решения.

ЭО может использоваться для предотвращения или минимизации неблагоприятных воздействий, одновременно помогая странам оценить реальный потенциал их ресурсов, максимизируя выгоды от намечаемой деятельности. Это процесс, который может:

- изменить и улучшить проект намечаемой деятельности;
- обеспечить эффективное использование ресурсов;
- улучшить социальные аспекты намечаемой деятельности;
- определить меры по мониторингу и управлению воздействиями;
- способствовать принятию обоснованных решений.

Успешная практика ЭО играет действенную роль в ходе реализации намечаемой деятельности. Когда объекты построены и сданы в эксплуатацию, или программы выполнены, неблагоприятные экологические последствия могут быть далее уменьшены благодаря соответствующим мерам по снижению негативного воздействия и мониторингу.

Эта роль для экологической оценки была формально признана на Встрече на высшем уровне (Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, UNCED) в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Принцип 17 Рио-де-Жанейро гласит:

Экологическая оценка, как национальный инструмент, должна предприниматься для тех предлагаемых проектов, планов и программ, которые могут оказать существенное неблагоприятное воздействие на окружающую среду, и должны быть предметом решения уполномоченных национальных властей.

Диапазон стоящих перед обществом экологических проблем.

Экологические проблемы могут быть как прямым следствием деятельности (загрязнение атмосферы, водных объектов, почвы и т.д.), так и косвенным (как например, ухудшение здоровья населения вследствие изменения образа жизни, или землетрясения, вызванные строительством больших плотин и т.п.).

Некоторые экологические проблемы могут представляться незначительными, когда рассматриваются в пределах отдельного проекта, но могут иметь неблагоприятные последствия в результате совместного воздействия ряда проектов (совокупное или кумулятивное воздействие). Загрязнение автотранспортом и сведение леса на дрова для бытового использования - примеры такого совокупного воздействия. Иногда проблемы могут быть связаны с долгами или торговлей, или могут усложняться проблемами, связанными с совместным использованием трансграничных ресурсов, таких как воздух или океан. Некоторые проблемы могут казаться несущественными сами по себе, но в комбинации с другими факторами они могут вызывать серьезную озабоченность.

Чтобы управлять такими крупномасштабными экологическими проблемами, необходимо иметь представление о воздействиях на окружающую среду и пределах их изменения. Воздействия могут измениться по: характеру и природе, величине, диапазону, времени проявления, продолжительности, степени неопределенности, обратимости, значимости.

Характер и природа. Характер воздействий могут изменяться от "биофизического" (т.е. воздействий на окружающую природную среду) до социального, медицинского или экономического. Также воздействия могут иметь различную природу, являясь прямыми или косвенными, совокупными, синергетическими и т.д.

Величина. В соответствии с вызываемыми последствиями, воздействия могут варьировать от незначительных (не нуждающихся в смягчении) до весьма значительных (требующих мер по смягчению и мониторингу).

Диапазон. Воздействия могут носить только местный характер (например, могут вызывать необходимость дополнительного жилищного и школьного строительства) или иметь региональное, трансграничное или глобальное значение (такие воздействия, как выброс загрязняющих веществ в атмосферу или значительное выделение парниковых газов).

Время проявления воздействий. Воздействия могут проявляться немедленно, а могут быть скрытыми во времени и проявляться в будущем. Например, воздействия канцерогенных химикатов или излучения могут вызвать раковые заболевания спустя 20 или 30 лет.

Продолжительность. Воздействия могут варьировать от краткосрочных (например, шум в процессе строительства) до постоянных (как, например, переселение деревни, вызванное затоплением при строительстве плотины).

Степень неопределенности. Воздействия могут изменяться не только по масштабу вызванных ими последствий, но и по вероятности их наступления. Например, вероятность крупного нефтяного пролива может быть низкой, но последствия от такого воздействия будут весьма существенными.

Обратимость. Одни воздействия могут быть обратимы или их последствия могут быть полностью устранены по завершении проекта, а другие могут быть необратимыми.

Значимость. Значимость воздействия не обязательно связана с его величиной. Иногда очень небольшие воздействия (например, нарушение гнездовья

пары исчезающего вида птиц) могут быть очень значимы, в то время как даже масштабные воздействия не обязательно будут столь же значимыми.

При определении значимости воздействий, связанных с намечаемой деятельностью, должны учитываться все перечисленные выше факторы.

Концепция комплексной экологической оценки

Впервые годы применения ЭО в рамках этого процесса рассматривались только воздействия на окружающую природную среду. Оценивались, главным образом, воздействия на воздушную и водную среды, почвы и подземные воды, флору и фауну, шумовую обстановку, гидрологические системы и климат. Однако сосредоточенность процесса только на воздействиях на окружающую природную среду длилась недолго. Официальное принятие ЭО как процесса, открытого для участия заинтересованных сторон, привлекло широкий круг лиц, групп и организаций, которые стремились добиться обсуждения и других видов воздействия при принятии решений. Этому способствовало и расширение понятия окружающей среды, в которое все чаще включались социальные, медицинские и экономические аспекты.

Начиная с середины 1970-х годов наметилась возрастающая тенденция к использованию процесса ЭО как инструмента для анализа разнородных видов воздействия в рамках единой процедуры, с целью получения комплексной оценки для принятия решений. Тем не менее, в ряде стран не оцениваются воздействия социального характера, или диапазон социальных вопросов, рассматриваемых при проведении ЭО, весьма ограничен, или же ЭО дополняется отдельными исследованиями и докладами по социальным/медицинским аспектам. Таким образом, степень и характер интеграции различных видов оценки изменяются в зависимости от контекста исследований. Несмотря на отсутствие единой международной практики, можно сформулировать наиболее распространенную позицию, которая состоит в необходимости комплексной оценки, способной охватить широкий диапазон воздействий, причем лучшим доступным механизмом для ее осуществления, является ЭО.

Общая схема процесса ЭО

Большинство процессов ЭО в различных странах имеют сходную структуру. Основные стадии ЭО:

Анализ необходимости ЭО (скрининг). Предварительная оценка, необходимая для принятия решения о необходимости дальнейшего исследования в рамках процесса ЭО.

Определение задач и планирование ЭО. Определение ключевых воздействий, требующих дальнейшего исследования, и подготовка технического задания на изучение.

Оценка воздействий. Выявление, анализ и оценка значимости воздействий.

Разработка мер по смягчению воздействий. Разработка мероприятий по предотвращению, уменьшению и компенсации негативных воздействий.

Выбор вариантов, внесение изменений в проект, планирование мониторинга и контроля воздействий.

Подготовка итогового документа. Представление результатов оценки воздействия в формате, пригодном для дальнейшего использования.

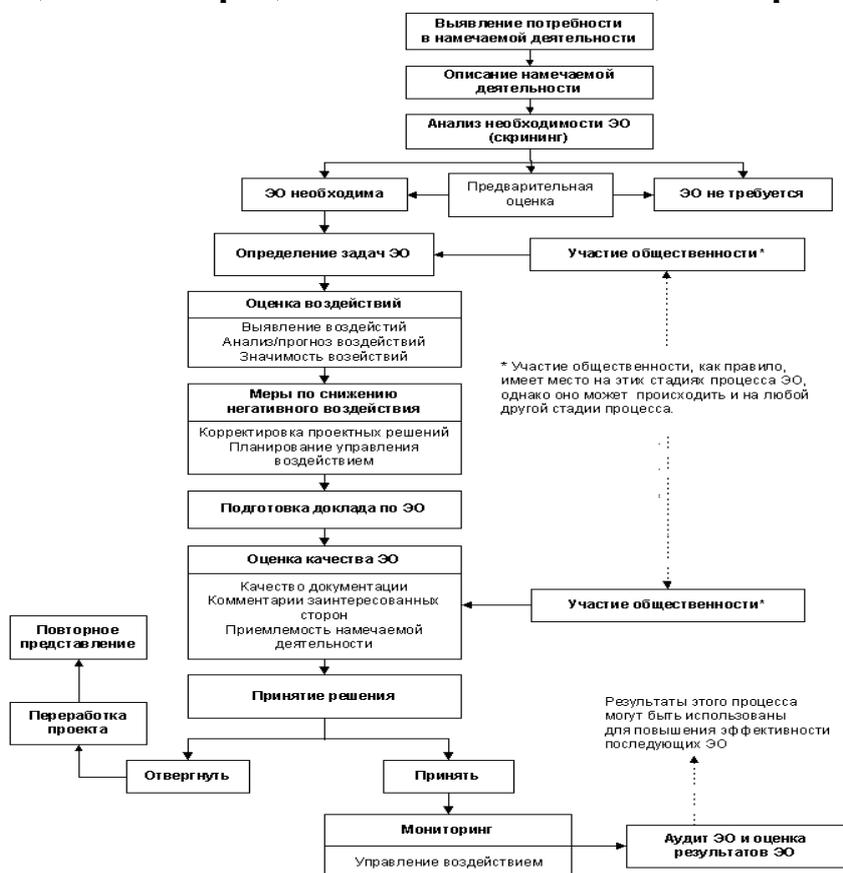
Оценка полноты и качества ЭО. Проверка адекватности и полноты итогового документа с учетом мнения всех заинтересованных сторон, и оценка приемлемости проекта в рамках существующих планов, политик и стандартов.

Принятие решения. Решение о том, может ли проект быть осуществлен и при каких условиях. Лицо, принимающее решение, может потребовать, чтобы проект был переработан (полностью или частично) таким образом, чтобы неблагоприятные воздействия были минимизированы.

Мониторинг и контроль воздействия. Осуществление мер по снижению негативного воздействия, мониторинг воздействий для проверки их соответствия требованиям и предсказаниям, сделанным в ходе ЭО. При необходимости, принятие мер для решения проблем.

Участие общественности. Обычно происходит на этапах определения задач, а также оценки полноты и качества ЭО, но может также происходить на любом другом этапе процесса ЭО. Программы участия общественности могут иметь различные цели – от простого обеспечения общественности информацией, до полного вовлечения общественности в процесс принятия решения. Формы и методы участия общественности должны соответствовать культуре вовлекаемых групп.

Общая схема процесса экологической оценки проектов



Занятие № 2

Тема: Методы ОВХД на ОС

Цель: обзор разнообразных методов выявления воздействий, их источников и причин, а также достоинств и недостатков этих методов.

Задание для аудиторной работы:

1. Ознакомьтесь с учебным материалом.
2. Охарактеризуйте наиболее распространенные методы ОВОС.
3. Определите факторы, которые должны быть рассмотрены при выборе метода выявления воздействий.
4. Сравните достоинства и недостатки наиболее популярных методов ОВОС.
5. Постройте матрицы Леопольда для определенного вида хозяйственной деятельности: Завод по производству фосфорной кислоты. Склад ГСМ. Деревообрабатывающий цех. Мусоросжигательный завод. Автомойка.

Учебный материал

Для процесса ЭО был разработан целый ряд стандартизованных методов или вспомогательных инструментов, призванных повысить эффективность выявления воздействий (некоторые из них также являются полезными инструментами для представления результатов оценки или определения значимости, как будет показано позже в этой теме). Эти методы основаны на коллективном опыте широкого круга специалистов, их использование позволяет упорядочить и систематизировать процесс ЭО, избегая многих ошибок, совершавшихся на ранних этапах развития ЭО. На основе многих из этих методов ЭО были разработаны варианты, адаптированные для использования в определенных отраслях, что позволило еще больше повысить эффективность и точность выявления воздействий.

В процессе проведения ОВОС применяются многообразные методы оценки биологического, географического, химического и физического состояния отдельных компонентов окружающей среды. Т.О.при подготовке ОВОС и его разделов по оценке состояния окружающей среды и возможных воздействий на нее в качестве исполнителей приглашаются наиболее опытные специалисты, в совершенстве владеющие полевыми и камеральными методиками в своей области знаний, имеющие значительные наработки и фондовые материалы по региону строительства предполагаемого объекта.

Наиболее общие стандартизованные методы, используемые для выявления воздействий: контрольные списки, матрицы, сети, наложение карт и географические информационные системы (ГИС), экспертные системы, использование профессионального опыта.

Контрольные списки
Образец контрольного списка

(для проектов сельского и городского водоснабжения и канализации)

Аспекты ЭО	Вопросы контрольного списка Будет ли проект:	Да	Нет	Требуется дополнит. информац.
Источники воздействий	1. Требовать изъятия и изменения режима землепользования значительных участков земли для водохранилища, обработки и т.д. (например, > 60 га сельхозугодий, > 5 га городской земли)?			
	2. Производить значительные количества эродированного материала, стоков или твердых отходов?			
	3. Требовать значительных площадей для проживания рабочей силы или создавать дополнительную нагрузку на коммунальные службы в ходе строительства (напр. >100 неквалифицированных рабочих)?			
Рецепторы воздействий (компоненты окружающей среды)	4. Затоплять или иначе воздействовать на участки, которые поддерживают сохранение ценных наземных или водных экосистем, флоры или фауны (напр. охраняемые территории, участки нетронутой природы, заповедные леса, критически важные местообитания, вымирающие виды): или содержащие участки исторической или культурной ценности?			

Контрольные списки, как правило, разрабатываются на основе списков компонентов окружающей среды, а также операций, входящих в состав намечаемой деятельности, которые должны быть исследованы для выявления возможных воздействий.

Списки могут варьировать по сложности и назначению от очень простого списка до системы, которая также подразумевает оценку значимости путем нормирования и взвешивания воздействий. Контрольные списки могут быть улучшены и адаптированы к местным условиям по мере накопления опыта их использования. Они также могут быть разработаны для определенных отраслей и видов деятельности (таких, как строительство плотин или дорог). Отраслевые контрольные списки особенно полезны в тех случаях, когда инициатор (исполнитель ЭО) специализируется в одной конкретной области.

Контрольные списки неэффективны для выявления непрямых воздействий (вторичных и более высокого порядка), а также взаимодействия между воздействиями. Поэтому при использовании списков целесообразно, в качестве меры предосторожности, рассмотреть, существуют ли другие значительные воздействия, помимо включенных в список.

Матрицы

Матрицы - таблицы, которые могут использоваться, чтобы определить взаимодействие между видами деятельности в рамках проекта и компонентами (характеристиками) окружающей среды. При использовании матрицы взаимодействие между конкретным видом деятельности и компонентом окружающей среды может быть отмечено в клетке на пересечении рядов и столбцов. В клетках могут быть сделаны "примечания", чтобы подчеркнуть существенность воздействия или другие особенности, связанные с природой воздействия, например:

- значки или символы могут наглядно определить тип воздействия (такие как прямой, косвенный, совокупный);
- цифры или размер значков может указывать масштаб;
- могут быть сделаны описательные замечания.

При оценке воздействия объектов на природную среду используют различные типы матриц:

- перечни типов воздействий, простые контрольные списки;
- списки объектов, испытывающих влияние и изменяющихся под воздействием, простые контрольные списки;
- простейшие причинно-следственные матрицы, устанавливающие взаимодействие типов воздействия и объектов, испытывающих их;
- сложные матрицы экологических последствий хозяйственной деятельности и обратных реакций.

Лучшая из известных матриц взаимодействий была разработана под руководством Леопольда. Эта всесторонняя матрица содержит 88 компонентов и характеристик окружающей среды, представленных столбцами таблицы и 100 видов деятельности (операций), которые представлены строками и применимы для большинства проектов строительства. Общий подход, использованный в матрице Леопольда, получил широкое распространение, и на его основе было разработано множество других матриц.

Перечни типов воздействия, либо списки компонентов природной среды, изменяющихся под воздействием, служат основой простых и сложных контрольных листов.

В более сложных матрицах проводится ранжирование интенсивного воздействия (придается вес или балл интенсивности) и по значимости изменений в экосистемах (определяется значимость изменения под воздействием объекта, испытывающего воздействие). Агрегированные показатели рассчитываются при перемножении веса воздействия и значимости изменений в экосистемах, затем эти значения суммируются по горизонтали и по вертикали матрицы, таким образом, определяются наиболее интенсивные воздействия и выявляются наиболее чувствительные или наиболее изменяющиеся объекты, испытывающие воздействие.

Сети

Сети иллюстрируют множественные связи между проектной деятельностью и компонентами (характеристиками) окружающей среды и поэтому особенно полезны для выявления и отображения воздействий второго порядка

(косвенные, синергетические и т.д.). Упрощенные сети могут использоваться в сочетании с другими методами для обеспечения того, чтобы важнейшие воздействия второго порядка не были пропущены при исследовании. Разработка более детальных сетей может потребовать значительного времени и усилий, особенно если для этого не используются компьютерные программы.

Образец матрицы Леопольда

		СОЦИАЛЬНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА								
Развитие	экологические эффекты									
	рекреация	ландшафтно-эстетические	историко-культурные	личные и социальные ценности	риски и проблемы	существующее землепользование	стоимость земли	поселок	занятость	участие обществ-венности
Обработка Измельчение Осаждение Тонкое просеивание Окислительные пруды Активизированный ил Песчаный фильтр Удаление органич. веществ Хлорирование Дополнительная обработка вне станции										
Захоронение - Земля Быстрая инфильтрация Поля орошения Полив дождеванием Захоронение - континентальные воды Река Озеро Захоронение - морские воды Устье Прибрежные воды Открытое море Закачка в глубокие скважины										



Рисунок 1 – Примеры матриц

На рисунке 1 приведены четыре типа матриц, позволяющих выявить и отдаленные последствия воздействий: от простых - воздействие на компоненты природы - до более сложных, позволяющих проследить распространение изменений в природе (цепные реакции) и обратное влияние измененной природы на деятельность общества ($X + H$), а также последствия этого влияния, т. е. распространение последствий в обществе ($H + X$) и цепные реакции в деятельности человека.

Наложение карт и географические информационные системы

Послойно накладываемые карты или компьютерные изображения могут использоваться для визуализации воздействий. Оригинальная и относительно простая методика наложения была разработана McNarg, который наносил распределения различных воздействий на диапозитивы и, накладывая их, получал визуальное представление общей концентрации воздействий. Применимость такого подхода несколько ограничена. Более современная версия этого метода основана на применении компьютерных географических информационных систем (ГИС). ГИС делят карту района на отдельные ячейки и хранят большой объем информации для каждой ячейки. Такие системы могут использоваться для целей анализа и компьютерного моделирования. Самое большое ограничение для использования ГИС в настоящее время - недостаток соответствующих данных и значительные затраты на их ввод в систему. По мере распространения ГИС и накопления данных эти проблемы будут решены. В будущем ГИС будут мощным инструментом выявления совокупными воздействиями и управления ими.

Компьютерные экспертные системы

Экспертная система - компьютеризованная система принятия решений, основанная на знаниях. Пользователю систематически предлагаются вопросы, сформулированные на основе знаний, имеющихся в системе, и исследуемых

взаимосвязей. Экспертная система анализирует ответ на каждый вопрос и переходит к следующему вопросу, учитывая данный ответ.

Как и ГИС, экспертные системы - метод анализа, обеспечивающий особенно интенсивную обработку информации. Они также обладают значительным потенциалом, поскольку они позволяют систематически использовать ранее накопленный опыт.

Использование профессионального опыта

Не является формальным методом, многие профессионалы используют знания и опыт, полученные в работе, для того чтобы создавать и систематически пополнять банки данных, разрабатывать вспомогательный инструментарий, который может использоваться в будущих проектах.

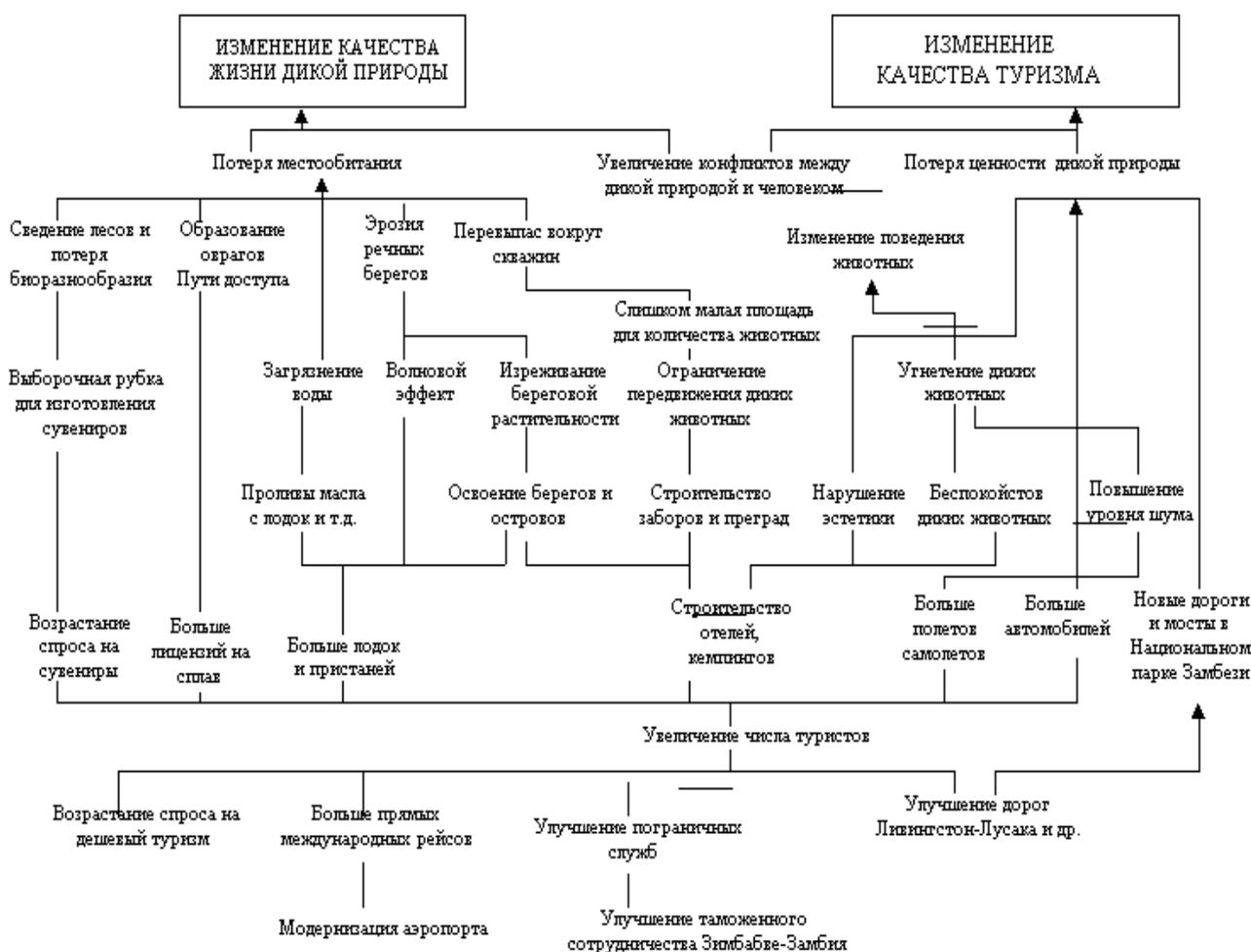


Рисунок 2 – Сеть, описывающая взаимосвязи, приводящие к изменению качества жизни, состояния дикой природы и пр. условий при реализации мероприятий по развитию туризма в Замбии по [Экологическая оценка., URL]

На этапе создания ОВОС проектируемых объектов на первый план выступает прогнозирование как метод получения данных о возможном состоянии исследуемого объекта и природно-антропогенных ландшафтов в зоне его влияния на заданный период времени на основе предыдущего опыта эксперта. При

подготовке ОВОС проводятся физико-географический, инженерно-геологический, экономический и социальный прогнозы.

Методы прогнозирования в свою очередь подразделяются на экспертные и фактографические. Экспертное прогнозирование применяется в случае, если об объекте оценивания нет достоверных сведений и неизвестны количественные зависимости между прогнозируемыми процессами и явлениями. Экспертные оценки могут быть качественными или количественными, либо воздействие выстраивается по мере убывания или возрастания и выявляются сопутствующие ему состояния компонентов, ландшафтов, социума и других видов деятельности. Экспертные оценки широко применяют при анализе альтернативных решений, определении неопределенности экологического риска и отдаленных последствий воздействия (Дьяконов, Дончева, 2005). При этом выделяют такие виды экспертных оценок, как экстраполяция и метод прогнозирования по аналогиям. Экстраполяция применяется при наличии пространственно-временных рядов статистических данных об объекте исследования, которые с определенной долей вероятности могут быть перенесены (экстраполированы) исследователем на ход процессов в будущем.

Метод прогнозирования по аналогии предусматривает экстраполяцию закономерностей, отмеченных в результате мониторинга на существующих объектах, на проектируемые при условии сходства природных условий двух районов и технологии производства. Этот метод позволяет: 1) определить размеры зон влияния технического сооружения на природные комплексы в целом и их отдельные компоненты; 2) выявить пространственно-временную динамику в изменении отдельных компонентов природы в зависимости от специфики функционирования предприятия. Это в свою очередь создает основу для проведения комплексной оценки последствий.

Авторы учебника «Экологическое прогнозирование и экспертиза» К.Н. Дьяконов и А.В. Дончева (2005) приводят пять основных взаимодополняющих методов проведения ОВОС:

- 1) матричный метод;
- 2) метод сопряженного анализа карт;
- 3) метод системы потоковых диаграмм;
- 4) метод имитационного моделирования;
- 5) метод экспертных групп.

Ниже мы приводим характеристику некоторых методов не рассмотренных ранее.

Совместный анализ карт. Суть метода заключается в том, что исследуемая территория делится на участки (исходя из топографических характеристик, типов землепользования и т. п.) и по каждому участку собирается информация о компонентах окружающей среды и потенциальных воздействиях на них. Для каждого из показателей и для каждого варианта проекта вычерчиваются схемы на кальке, совмещением которых выявляется как интенсивность нарушений среды, так и факторы природного и социально-экономического характера, затрудняющие осуществление проекта. С помощью метода совмещения можно оценивать воздействия линейных сооружений (автодорог, ли-

ний ЛЭП и т. п.), определять свободное пространство для застройки, обосновывать границы охраняемых территорий, регионов со сложной экологической ситуацией. В настоящее время картографические методы применяют для определения географического охвата ОВОС, т. е. определения пространства и масштаба воздействия. Пространственно-временные рамки воздействия устанавливаются с учетом интенсивности воздействия в рамках ландшафтной, бассейновой организации территории или ее административного деления.

Территориальной оценочной ячейкой может быть выбрана иерархическая ландшафтная единица, соответствующая масштабу картографирования, при крупномасштабных исследованиях - урочище, группа урочищ, при более мелком масштабе - ландшафт, ландшафтный район. При экологическом проектировании использования водных ресурсов, гидротехнических сооружений, обустройства нефтяных месторождений оценивание производится в рамках бассейновой организации территории. Географический охват ОВОС ограничивается водоразделами бассейнов определенных порядков. Оценочные ячейки также можно выявить при наложении сетки бассейнов и административного деления на ландшафтную структуру территории, в итоге вычленяется интегральная территориальная единица оценивания, для которой можно производить различные виды оценивания, от природных до социальных, производя балансовые и прогнозные построения.

Метод потоковых диаграмм и сетевых графиков. Для определения первичных изменений и цепи их следствий применяется также метод сетей, или ступенчатая матрица, разработанная Дж. Соренсеном. Метод предполагает составление перечня разных вариантов землепользования и характерных для них типов воздействий. Далее определяются связанные с этими воздействиями первоначальные изменения состояния отдельных компонентов природной среды и последующие, вызванные уже нарушениями в природной среде. В отличие от матрицы взаимодействия компонентов этот метод наглядно показывает не только направление, но и сущность связей разного порядка между компонентами природной среды. Он дает возможность проследить за динамикой воздействий, т. е. показать возможные изменения, как во время сооружения, так и после завершения строительства объекта. Но при увеличении числа анализируемых показателей метод становится громоздким и сложным для анализа. Поэтому его применение возможно для проектов с ограниченным числом воздействий. Недостаток метода заключается также в учете изменений лишь элементов природной среды.

Интересны попытки использования метода сетей для количественных оценок воздействий на основе концепции потоков энергии. Был построен график сетей связей между компонентами природной среды с указанием направления и величины потоков энергии (в килокалориях, децибелах, для радиации - в кюри). Воздействия проекта оценивались на основе изменений в энергетических потоках, влияющих на первичную продуктивность экосистемы.

Метод имитационных математических моделей. Этот метод отражает количественные зависимости между воздействиями и позволяет рассматривать социальные и природные системы как непрерывно развивающиеся и изменяю-

щиеся. Сравнительно давно известны модели, описывающие загрязнение отдельных компонентов природной среды, например, воздуха (расчеты приземных концентраций вредных примесей), модели распространения загрязнения в воде, например модели разлива нефти в океане. Но этот вид моделирования находится в первоначальной стадии развития, что связано с недостаточной изученностью нарушенных экосистем. В существующих моделях акцент делается, как правило, на один компонент экосистемы. В более сложных моделях, разрабатываемых для целых экосистем, недостаточно полно учитываются социально-экономические показатели, поскольку введение дополнительных данных делает модели неуправляемыми. Тем не менее, на будущее этот подход рассматривается как весьма перспективный.

Основные преимущества и недостатки методов выявления воздействий

	ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Контрольные списки • простые • нормирование и взвешивание	<ul style="list-style-type: none"> • просты для понимания и использования • хороши для выбора площадки и определения приоритетов 	<ul style="list-style-type: none"> • не различают прямые и косвенные воздействия • не прослеживают связи между деятельностью и воздействием • процесс учета ценностей может быть спорным
Матрицы	<ul style="list-style-type: none"> • отражают связи между деятельностью и воздействием • хороший метод для представления результатов ЭО 	<ul style="list-style-type: none"> • трудно различать прямые и косвенные воздействия • существенная опасность двойного учета воздействий
Сети	<ul style="list-style-type: none"> • отражают связи между деятельностью и воздействием • в упрощенной форме полезны для выявления воздействий второго порядка • выявляют прямые и косвенные воздействия 	<ul style="list-style-type: none"> • может быть очень сложными, если используется полномасштабная версия
Наложение карт	<ul style="list-style-type: none"> • легко понимаемы • хороший метод визуализации • хороший инструмент выбора площадки 	<ul style="list-style-type: none"> • учитывают только прямые воздействия • не учитывают продолжительности и вероятности воздействия
ГИС и компьютерные экспертные системы	<ul style="list-style-type: none"> • очень хороши для выявления и анализа воздействия • хороши для “экспериментирования” (оценки различных сценариев) 	<ul style="list-style-type: none"> • сильная опора на накопленные знания и данные • часто сложны и дороги

Конечным этапом составления ОВОС выступает собственно оценка прогнозируемых изменений в природной среде и их последствий. Оценка всегда предполагает соотнесение установленных или прогнозируемых состояний показателей с нормами состояния отдельных компонентов ландшафта, либо ландшафта в целом.

Факторы, которые должны быть рассмотрены при выборе метода выявления воздействий

Ни один метод выявления воздействий не может быть лучшим для использования во всех случаях, так же как нет необходимости использовать в каждом конкретном случае только один метод. Часто наилучшим подходом оказывается комбинация полезных аспектов двух различных методов.

Выбор метода может зависеть от множества факторов, включая:

- тип и масштаб проекта;
- характер оцениваемых альтернатив;
- природа вероятных воздействий;
- характер метода выявления воздействия и его адекватность для конкретной задачи;
- опыт исполнителей ЭО в применении метода выявления воздействий;
- доступные ресурсы - финансы, информация, время, персонал;
- характер участия общественности в процессе;
- опыт инициатора для данного типа и масштаба проекта;
- любые процедурные/административные требования или ограничения.

Занятие № 3

Тема: ОВОС на примере проекта угольной разработки

Цель: научиться планировать процедуру ОВОС и выявлять существенные негативные воздействия на окружающую среду.

Задания для аудиторной работы:

1. Опишите маршрут транспортировки угля от места его добычи на товарную станцию в Коулвилле, позволяющий свести к минимуму нежелательные последствия.

2. Назовите не менее 20 изменений в окружающей среде, обусловленных следующими операциями: 1) удаление почвы и покрывающих пластов; 2) выемка угля; 3) перевозка угля с места добычи; 4) восстановление участков при условии, что все они были полностью выработаны. Составьте таблицу, в которой указанные операции будут перечислены по горизонтали, а изменения среды — по вертикали. Оцените каждое изменение как благоприятное (Б), убыточное (У) или нейтральное (-). Отметьте звездочкой нежелательные изменения, которые могут быть частично нейтрализованы благодаря соответствующим мероприятиям.

3. Составьте перечень мероприятий, которые позволили бы избежать, ослабить или компенсировать нежелательные эффекты.

4. Какие участки или комбинации участков следует разрабатывать, принимая во внимание расходы на снижение степени ущерба, наносимого окружающей среде (при сохранении рентабельности всего проекта в целом)?

Описание проекта

Обсуждается гипотетический проект открытой разработки угля (рис. 3). Толстый угольный пласт залегает близко к поверхности; планируется удалить почву, подпочву и покрывающие пласты и добывать уголь до глубины 70 м.

Почва, подпочва и покрывающие пласты будут собраны в отдельные насыпи и по завершении добычи угля возвращены на прежнее место. Дороги делят эту территорию на три участка – А, В и С. Предполагается, что наиболее богатый угольный пласт расположен на участке А. Взрывные работы будут необходимы лишь в западной части участка С.

В таблице 1 приведены данные о залегании угля на этих участках.

Таблица 1 – Характеристика трех участков открытой разработки угля

Показатели	Участок А	Участок В	Участок С
Площадь, га	300	200	200
Наносная земля, %	5	5	0
Площадь прудов, %	50	0	0
Площадь леса, %	0	0	10
Залежи угля, млн т	2,6	0,7	0,7

Для того чтобы разработка этого месторождения оказалась рентабельной, необходимо добыть не менее 70 % угля. Если планировать разработку всех трех участков, то начать следует с участка А; по завершении работ на нем приступить к разработке участка В, одновременно восстанавливая участок А. По завершении работ на участке В работу переносят на участок С, одновременно восстанавливают участок В и наконец восстанавливают участок С. Каждый этап длится 3 года; для окончательного восстановления каждого участка необходимо еще 5 лет.

Поверхность участков А, В и С ровная, с точки зрения пригодности для сельскохозяйственного использования – среднего качества. За исключением 10 % наносной земли, непригодной для эксплуатации, она может быть использована под пастбища. На участке С находятся развалины монастыря 13-го в. и часть большого листопадного леса. Других лесов на этих участках нет, но есть живые изгороди, в которых обитают птицы. На участке А и западнее него расположено 100 небольших прудов; здесь можно увидеть несколько видов амфибий, в том числе большого гребенчатого тритона, который относится к числу охраняемых видов; много прудов с богатой флорой: встречаются телорез и другие виды растений, редкие как в данной местности, так и в стране в целом. В Дополнении 5 к Закону 1981 г. «О дикой природе и сельской местности» запрещается преднамеренное уничтожение, отлов животных и создание помех для их жизни, а также повреждение и разрушение любого сооружения или природного образования, которое служит им пристанищем или убежищем, наряду с созданием препятствий к использованию этих мест животными. Летучие мыши-неотопыри, также относящиеся к числу охраняемых видов, находили пристанище на Домашней ферме (примыкающей к дому землевладельца). На территории резервата отсутствуют места, представляющие особый научный интерес, однако лес и район 100 прудов занесены в реестр мест, интересных в биологическом отношении, но это не придает им статуса охраняемых законом объектов.

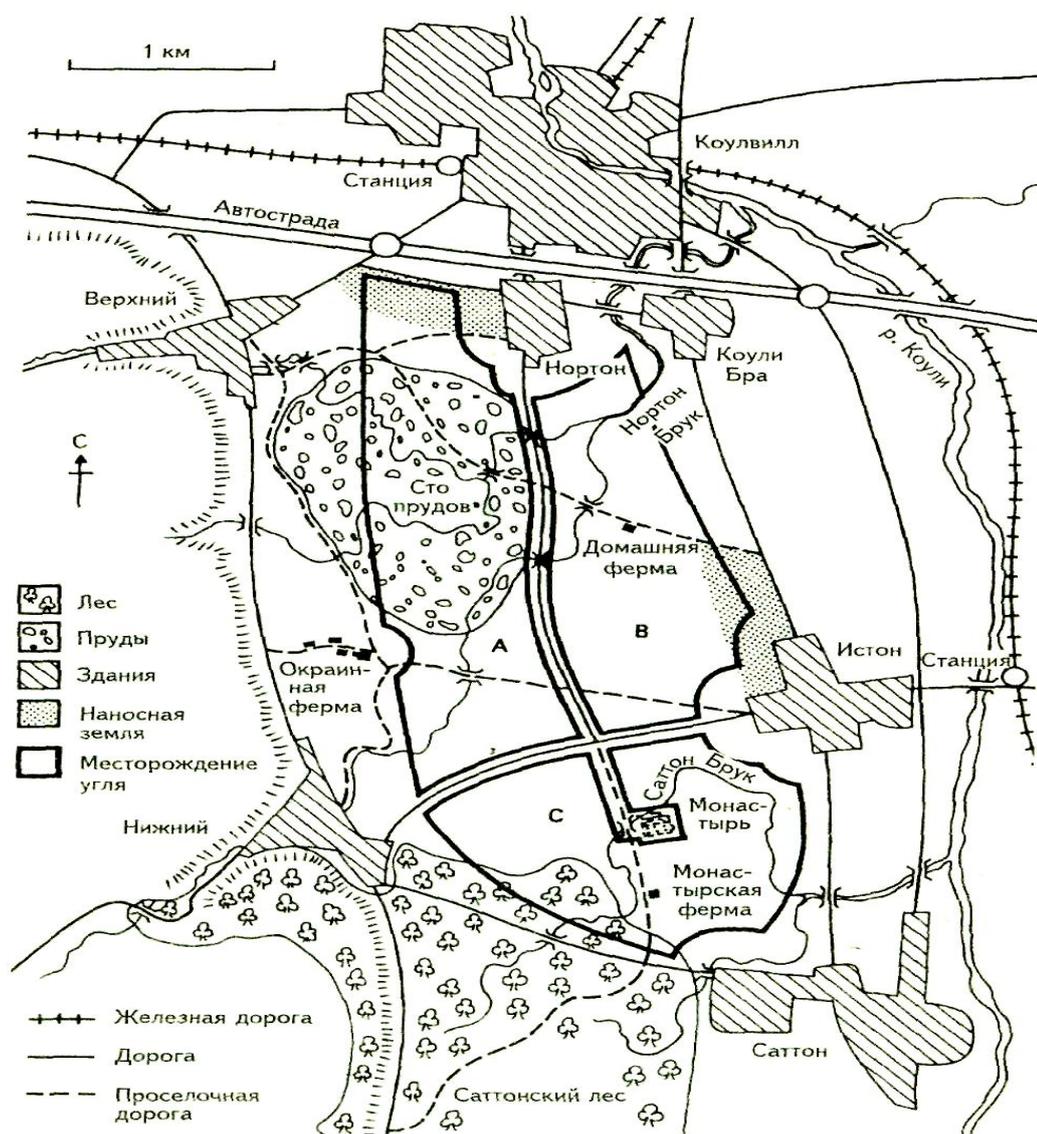


Рисунок 3 – Карта территории открытой разработки каменного угля (Department of the Environment, 1989, British coal, 1992)

Учебный материал

Если использовать для перевозки угля на товарную станцию в Коулвилле существующие дороги, машины будут проезжать через деревни. Те из них, которые находятся поблизости от разработок, должны отделяться от них 200-метровой зоной и поросшей травой насыпью высотой 5 м. Две фермы (Домашняя и Монастырская) не представляют особого интереса в архитектурном отношении, и их можно снести. По окончании работ можно будет по-новому проложить дороги, а ручьи отвести в отстойники. Линии электропередач, водо- и газопроводы проложены в обход угольного пласта, за исключением тех из них, которые идут к Домашней и Монастырской фермам.

Оценка влияния проектируемого промышленного производства на окружающую среду – чрезвычайно важное дело, поскольку еще до начала работ по выполнению проекта необходимо полностью осознать и принять во внимание возможные последствия его реализации. Для некоторых проектов такая оценка обязательна, как, например, при проектировании завода по сжиганию специ-

альных отходов. В других же случаях, в том числе при планировании открытых горных разработок, оценка воздействий на окружающую среду требуется лишь тогда, когда предполагается, что они будут значительными (для крупных проектов, или если необходимо учесть особенности местности, или если существует вероятность загрязнения окружающей среды).

Информация о возможном влиянии реализации данного проекта на среду собирается и анализируется его разработчиками и другими лицами и оформляется в виде отчета о состоянии окружающей среды, на основании которого планирующие органы могут оценить проект. Наряду с описанием проектируемого производства в отчете должна быть представлена вся совокупность данных, необходимых для выявления и оценки важнейших последствий реализации проекта для окружающей среды, включая описание наиболее вероятных изменений; наряду с этим необходимо рассмотреть способы, позволяющие их избежать, уменьшить или исправить. В отчете о состоянии окружающей среды следует четко указать, как может сказаться реализация проекта на жизни человека, флоре, фауне, почве, воздухе, климате, ландшафте и процессах взаимодействия между какими-либо из перечисленных выше составляющих, а также на материальных ценностях и памятниках культуры.

Занятие № 4

Тема: Изучение критериев оценки загрязнения поверхностных вод и устойчивости их к загрязнению

Цель: Изучить и приобрести навыки расчета показателей, характеризующих загрязнение водных объектов и деградацию водных экосистем, используемых при проведении ОВОС (для характеристики природных условий в проекте ЗВОС).

Учебный материал

Оценка качества поверхностных вод (прежде всего степени их загрязненности) относительно хорошо разработана и базируется весьма представительном пакете нормативных и директивных документов, использующих прямые гидрохимические и гидрологические методы и критерии оценки.

Основным источником информации о гидрологических и гидрохимических свойствах водоемов являются материалы наблюдений, осуществлявшихся в сети ЕГСЭМ (Единой государственной системы экологического мониторинга) России.

Заключение о степени санитарно-эпидемиологического неблагополучия может быть сделано на основании стабильного сохранения негативных значений основных показателей в течение достаточно длительного периода. При этом, как правило, отклонения от норм должны наблюдаться по нескольким критериям.

1. Для совокупной оценки опасных уровней загрязнения водных объектов при выделении зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия используется формализованный суммарный показатель химического

загрязнения (ПХЗ-10). Этот показатель особенно важен для территорий, где загрязнение химическими веществами наблюдается сразу по нескольким веществам, каждый из которых многократно превышает допустимый уровень (ПДК).

Расчет производится по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК, по следующей формуле:

$PXZ-10 = (C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + \dots + C_{10}/ПДК_{10})$, где ПДК - рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации; C_1 - концентрация химических веществ в воде.

При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым уровень загрязнения вод определяется как их «отсутствие», отношение $C/ПДК$ условно принимается равным 1.

Для установления ПХЗ-10 рекомендуется проводить анализ воды по максимально возможному числу показателей.

Таблица 2 – Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод

Показатели	Параметры			
	экологическое бедствие	чрезвычайная экологическая ситуация	относительно удовлетворительная ситуация	
Основные показатели;				
1	Химические вещества 1-2 класс опасности, ПДК	более 10	5-10	1-5
2	Химические вещества 3-4 класс опасности, ПДК	более 100	50 - 100	1-50
3	ПХЗ-10 1-2 класс опасности	более 80	35 - 80	1-35
4	ПХЗ-10 3-4 класс опасное	более 500	10 -500	1-10
Дополнительные показатели:				
1	Запахи, привкусы, баллы	более 4	2- 4	менее 2
2	Плавающие примеси: нефть и нефтепродукты	Пленка темной окраски, занимающая 2/3 обзримой площади	Яркие полосы или тусклая окраска пятен	Отсутствие
3	Реакция среды, рН	5-5,6	5,7-7	более 7
4	Химическое потребление кислорода ХПК (антропогенная составляющая к фону), мгО ₂ /л	20-30	10-20	менее 20
5	Растворенный кислород, процентов насыщения	10-20	20-50	более 50

6	Биогенные вещества:			
	нитриты (NO ₂), ПДК	более 10	более 5	менее I
	нитраты (NO ₃), ПДК	более 20	более 10	менее 1
	соли аммония (NH ₄), ПДК	более 10	более 5	менее 1
	фосфаты (PO ₄), мг/л	более 0,5	0,3-0,5	менее 0,05
7	Минерализация, мг/л, (превышение регионального уровня)	3-5	2-3	Региональный уровень
8	КДА (коэффициент донной аккумуляции)	более 40	30 - 40	10- 30
9	Кн (коэффициент накопления в гидробионтах)	более 50	40-50	10-40

2. В системе Росгидромета для оценки состояния поверхностных водных объектов применяется индекс загрязнения воды (**ИЗВ, ИЗВ₆**). С его помощью сравнивают водные объекты между собой, характеризуют изменения качества воды. Это сумма нормированных к ПДК значений концентраций шести главных загрязнителей: в качестве обязательных – БПК₅ и растворенный кислород, а также четыре ингредиента с максимальным значением.

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где С – концентрация каждого из 6 учитываемых ингредиентов (кислород, БПК₅, 4 вещества с наибольшими превышениями ПДК); ПДК_і – предельно допустимый показатель по соответствующему веществу.

Классификация качества поверхностных вод по значению ИЗВ₆ производится согласно табл. 3.

Таблица 3 – Классификация качества поверхностных вод по ИЗВ₆

Величина ИЗВ ₆	Описание класса	Класс чистоты воды
Менее или равно 0,3	Очень чистая вода	I
Более 0,3 до 1,0	Чистая	II
Более 1,0 до 2,5	Умеренно-загрязнённая	III
Более 2,5 до 4,0	Загрязнённая	IV
Более 4,0 до 6,0	Грязная	V
Более 6,0 до 10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

3. В дополнительные характеристики водных объектов включены показатели, учитывающие способность загрязняющих веществ накапливаться в донных отложениях (КДА) и гидробионтах (Кн).

Определение **КДА** (коэффициент донной аккумуляции):

$$KDA = C_{до} / C_{вода},$$

где $C_{до}$ - концентрация в донных отложениях; $C_{вода}$ - концентрация в воде. Определение K_n (коэффициент накопления в гидробионтах): $K_n = C_{гидробионт} / C_{вода}$, где: $C_{гидробионт}$ – концентрация в гидробионтах; $C_{вода}$ – концентрация в воде.

4. В последнее десятилетие в системе Росгидромета и других службах, наряду с индексом загрязнённости воды (ИЗВ), широкое практическое применение получил **удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ)**. Последний представляет собой комплексный относительный показатель степени загрязнённости поверхностных вод. Он условно оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимую в среднем одним из показателей качества воды, в общую загрязнённость воды, обусловленную одновременно присутствием ряда загрязняющих веществ. Данный метод комплексной оценки позволяет однозначно оценить загрязнённость воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязнённости.

В расчете УКИЗВ используют только нормируемые ингредиенты и показатели состава и свойств воды водного объекта. В качестве норматива используют ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Пример расчета

Исходная информация. По результатам химического анализа воды реки P в створе A за 1997 г. необходимо дать комплексную оценку степени ее загрязнённости. Для этого составляют выборочную таблицу исходных данных, в которую заносят результаты анализа за весь рассматриваемый период (таблица 4). Выборку делают только по тем ингредиентам, которые должны учитываться в комплексной оценке. В данном случае $N_A = 16$.

А. Предварительная оценка степени загрязнённости воды водных объектов с помощью коэффициента комплексности загрязнённости воды. Коэффициент комплексности загрязнённости воды K рассчитывается по результатам химического анализа каждой пробы воды. Полученный при этом вариационный ряд значений K характеризует исследуемый период наблюдений за состоянием загрязнённости воды водного объекта в конкретном пункте наблюдений.

Для каждого результата анализа (для каждой пробы воды) определяют число ингредиентов из суммы всех учитываемых, по которым есть данные. В 2007 г. в пробах воды за 14 января было определено содержание 16 веществ, за 12 августа – 15 веществ, за 18 ноября – 13 веществ и т. д. Опытным путем установлено, что для сопоставимости результатов анализа различие по количеству учитываемых при расчете K ингредиентов не должно превышать 30 %. В нашем примере разность между количеством учитываемых и определенных ингредиентов во всех пробах воды не превышает 30 %, что позволяет перейти непосредственно к расчету коэффициента комплексности K .

Расчёт значения коэффициента комплексности загрязнённости воды K проводится сначала для каждого результата анализа по формуле

$$K_{fj} = (N'_{fj} / N_{fj}) \cdot 100 \%,$$

где K_{fj} – коэффициент загрязнённости воды в f -м результате анализа для j -го створа; N'_{fj} – количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК в f -м результате анализа для j -го створа; N_{fj} – общее количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, определённых в f -м результате анализа для j -го створа.

В нашем примере, в результате химического анализа, сделанного 14 января, определено 16 ингредиентов ($N_{fj}=16$). По 10-ти из них наблюдались превышения ПДК ($N'_{fj}= 10$). Следовательно, $K_{fj}= 10/16 \cdot 100 \% = 62,5 \%$.

В результате химического анализа, проведенного 13 февраля, 11 марта, 15 апреля, $N_{fj}=16$, $N'_{fj}= 10$ и аналогично $K_{fj}= 62,5 \%$.

В результате химического анализа проб воды от 12 мая определены 15 ингредиентов ($N_{fj}= 15$). По 8 из них наблюдались превышения ПДК ($N'_{fj}= 8$). Тогда $K_{fj}= 8/15 \cdot 100 \% = 53,3 \%$.

Аналогично проводят расчет по результатам анализа за все остальные даты отбора проб воды. В итоге для 2007 г. получают вариационный ряд значений K : 62,5; 62,5; 62,5; 62,5; 53,3; 56,2; 62,5; 46,7; 56,2; 64,3; 69,2; 60 %. Ранжированный ряд при этом выглядит следующим образом: 46,7; 53,3; 56,2; 56,2; 60,0; 62,5; 62,5; 62,5; 62,5; 62,5; 64,3; 69,2 %.

Для полученного ряда определяют следующие статистические показатели: $K_{min}= 46,7 \%$; $K_{max}= 69,2 \%$; $R_K= 22,5 \%$; $K_{cp}= 59,9 \%$.

Полученные расчётные характеристики позволяют сделать следующие выводы.

Вода реки P в створе A обладала в течение всего анализируемого периода высокой комплексностью загрязнённости. Большое число определенных ингредиентов являлось загрязняющими. Как правило, это были легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, соединения железа, меди, цинка, никеля. Химический состав воды подвержен существенным изменениям в течение года – размах варьирования коэффициента комплексности (R_K) составил 22,5 %. Анализ загрязнённости воды с помощью K показал, что для оценки степени загрязнённости воды реки в этом створе целесообразно использовать комплексный метод ($K \geq 10$), учитывающий одновременно всю совокупность загрязняющих воду веществ.

Б. Пример расчета комбинаторного индекса загрязнённости воды. Наблюдения за химическим составом воды реки P в створе A проводили в 2007 г. по 16 ингредиентам (см. табл. 4). Предварительным обследованием была выявлена высокая комплексность загрязнённости воды ($K_{cp}= 59,9 \%$). Необходимо дать комплексную оценку качества воды реки P в створе A за 1997 г.

По каждому ингредиенту проводят следующие вычисления.

В графу 2 таблицы 5 заносят данные по числу определений. По растворенному в воде кислороду их 12, по БПК₅ воды – 11 и т. д.

В графу 3 таблицы 5 помещают данные по числу определений, превышающих ПДК. По растворенному в воде кислороду превышений ПДК нет, по БПК₅ воды – 9 и т. д.

На основании данных второй и третьей граф определяется повторяемость случаев превышения ПДК: $\alpha_{O_2} = 0 \%$; $\alpha_{БПК_5} = 9/11 \cdot 100 \% = 81,8 \%$ и т. д.

Результаты помещают в графу 4. По значениям повторяемости на основании табл. 6 определяют частный оценочный балл S_{ai} : $S_{\alpha_{БПК_5}} = 4,0$; $S_{\alpha_{фен}} = 4,0$ и т.д.

Рассчитывают кратность превышения ПДК в тех результатах анализа, где оно имеет место (графа 6). Затем определяют среднее значение кратности превышения ПДК только по тем пробам, где есть нарушение нормативов (графа 7). Например:

$$\beta_{БПК_5} = (1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0) / 9 = 1,97 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3;$$
$$\beta_{NO_2} = (15,0 + 15,5 + 18,5 + 16,0 + 19,0 + 8,0 + 34,5 + 3,0 + 33,0 + 8,0 + 9,0) / 11 = 16,3 \text{ мг } N/\text{дм}^3.$$

Таблица 4 – Гидрохимическая информация о загрязненности воды реки Р в створе А за 2007 г.

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³																Общее количество нормируемых ингредиентов, по которым имеются данные ($N_{\bar{f}}$)	Количество ингредиентов, содержание которых выше ПДК ($N'_{\bar{f}}$)	Коэффициент комплексности загрязненности воды, $K_{\bar{f}}\%$
	БПК ₅	O ₂	СГ	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	Нефтепродукты	СПАВ	Медь	Цинк	Хром	Никель	Свинец			
14.I	3,22	8,05	74,0	74,9	0,16	0,32	0,300	10,0	0,010	0,90	0,25	0,040	0,034	0,000	0,012	0,001	16	10	62,5
13.II	2,64	9,43	80,3	91,3	0,18	0,36	0,310	8,00	0,009	0,80	0,26	0,044	0,024	0,000	0,017	0,001	16	10	62,5
11.III	3,47	8,56	87,5	96,3	0,24	0,40	0,370	8,50	0,009	0,95	0,29	0,025	0,025	0,000	0,015	0,001	16	10	62,5
15.IV	3,26	8,91	30,1	52,3	0,45	0,30	0,320	8,00	0,009	0,88	0,12	0,017	0,017	0,000	0,016	0,001	16	10	62,5
12.V	3,57	7,71	78,3	-	0,10	0,16	0,380	9,00	0,009	0,85	0,14	0,014	0,015	0,000	0,009	0,001	16	10	62,5
09.VI	5,24	8,44	53,7	96,9	0,27	0,24	0,160	8,00	0,008	0,80	0,14	0,018	0,009	0,000	0,012	0,001	15	8	53,3
13.VII	4,66	7,26	55,2	96,3	0,34	0,71	0,690	8,50	0,008	0,85	0,18	0,012	0,019	0,001	0,016	0,001	16	9	56,2
12.VIII	-	7,71	56,1	98,8	0,13	0,09	0,019	8,50	0,008	0,90	0,17	0,038	0,002	0,000	0,016	0,001	16	10	62,5
10.IX	7,69	10,3	65,1	95,1	0,10	0,42	0,060	9,20	0,008	0,85	0,12	0,023	0,030	0,000	0,011	0,001-	15	7	46,7
14.X	1,90	8,96	77,5	129	0,20	-	0,660	9,20	0,008	0,85	0,21	0,029	0,017	0,000	0,023	0,001	16	9	56,2
18.XI	2,09	7,40	66,0	-	0,30	-	0,160	9,20	0,007	0,90	0,21	0,008	-	0,000	0,015	0,001	16	9	56,2
16.XII	1,10	11,6	67,8	-	0,28	0,13	0,180	9,00	0,007	0,97	0,21	0,009	0,012	0,001	0,015		14	9	64,3
																	13	9	69,2
																	15	9	60,0

Таблица 5 – Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды реки *P* в створе *A* за 2007 г.

Ингредиенты и показатели загрязненности	n_i	n'_i	$\alpha_i = n'_i / n_i \cdot$ 100%	$S\alpha_i$	$\Sigma \beta_i = \Sigma C_i / \text{ПДК}_i$	$\beta'_i = \Sigma$ β_i / n'_i	S_{β_i}	$S_i = S_{\alpha_i} \cdot S_{\beta_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
O ₂	12	-	-	-	-	-	-	-
БПК ₅	11	9	81,8	4,0	1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0 = 17,7	1,97	1,97	7,88
Cl ⁻	12	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	9	-	-	-	-	-	-	-
Fe _{общ}	12	10	83,3	4,0	1,6 + 1,8 + 2,4 + 4,5 + 2,7 + 3,4 + 1,3 + 2,0 + 3,0 + 2,8 = 25,5	2,55	2,07	8,28
N _{NO3-}	10	-	-	-	-	-	-	-
N _{NO2-}	12	11	91,7	4,0	15,0 + 15,5 + 18,5 + 16,0 + 19,0 + 8,0 + 34,5 + 3,0 + 33,0 + 8,0 + 9,0 = 180	16,3	3,16	12,6
Фенолы	12	12	100	4,0	10 + 9 + 9 + 9 + 9 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 7 + 7 = 100	8,33	2,79	11,2
Нефтепродукты	12	12	100	4,0	18 + 16 + 19 + 17,6 + 17 + 16 + 17 + 18 + 17 + 17 + 18 + 19,4 = 210	17,5	3,19	12,8
N _{NH4+}	12	12	100	4,0	25,6 + 20,5 + 21,8 + 20,5 + 23,1 + 20,5 + 21,8 + 21,8 + 23,6 + 23,6 + 23,6 = 270	22,5	3,31	13,2
СПАВ	12	12	100	4,0		1,92	1,92	7,68
Медь	12	12	100	4,0	2,5 + 2,6 + 2,9 + 1,2 + 1,4 + 1,4 + 1,8 + 1,7 + 1,2 + 2,1 + 2,1 + 2,1 = 23,0	23,1	3,33	13,3
Цинк	11	9	81,8	4,0	40 + 44 + 25 + 17 + 14 + 18 + 12 + 38 + 23 + 29 + 8 + 9 = 277	2,14	2,02	8,08
Хром	12	-	-	-	3,4 + 2,4 + 2,5 + 1,7 + 1,5 + 1,9 + 3,0 + 1,7 + 1,2 = 19,3	-	-	-
Никель	12	11	91,7	4,0	-	1,53	1,53	6,12
Свинец	11	-	-	-	1,2 + 1,7 + 1,5 + 1,6 + 1,2 + 1,6 + 1,6 + 1,1 + 2,3 + 1,5 + 1,5 = 16,8	-	-	-

Таблица 6 – Классификация водных объектов по повторяемости случаев загрязнённости

Повторяемость, %	Характеристика загрязнённости воды	Частный оценочный балл по повторяемости S_{ai}	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на 1% повторяемости
$[1^2; 10)^1$	Единичная	[1; 2)	0,11
[10; 30)	Неустойчивая	[2; 3)	0,05
[30; 50)	Характерная	[3; 4)	0,05
[50; 100)	Характерная	4	-

Примечания

- Здесь и далее интервалы обозначают следующим образом: число слева – начало интервала; число справа – конец интервала; круглая скобка показывает, что стоящее при ней значение в интервал не входит; квадратная скобка – значение входит.
- При значениях повторяемости меньше единицы принимаем $S_{ai} = 0$

По значениям средней кратности превышения ПДК на основании табл. 7 определяют частный оценочный балл, который помещают в графу 8: $S_{\text{БПК5}} = 1,97$; $S_{\text{NO}_2} = 3,16$ и т. д. Определение S_{β_i} , как и определение S_{ai} , проводят с учетом линейной интерполяции. Например: $\beta_{\text{NO}_2} = 16,3$. Согласно табл. 7, соответствующий этому значению балл находится между тремя и четырьмя. Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу β_i , в этих пределах составляет 0,025. Чтобы получить значение балла по β_{NO_2} необходимо к трём прибавить число, полученное в результате действия $6,3 \cdot 0,025 = 0,16$, тогда $S_{\beta_{\text{NO}_2}} = 3 + 0,16 = 3,16$.

Таблица 7 – Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязнённости воды	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК S_{β_i}	Доля оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
(1; 2)	Низкий	[1; 2)	1,00
[2; 10)	Средний	[2; 3)	0,125
[10; 50)	Высокий	[3; 4)	0,025
[50; ∞)	экстремально высокий	4	0,025

Примечание:
Для растворённого в воде кислорода используют следующие условные градации кратности уровня загрязнённости: (1; 1,5] – низкий; (1,5; 2] – средний; (2; 3] – высокий; (3; ∞] – экстремально высокий. Если концентрация растворённого кислорода в воде равна 0, для расчёта условно принимаем её равной 0,01 мг/дм³.

Далее определяют обобщённые оценочные баллы по каждому ингредиенту (графа 9). Например:

$$S_{\text{БПК5}} = S_{\alpha_{\text{БПК5}}} \cdot S_{\beta_{\text{БПК5}}} = 4 \cdot 1,97 = 7,88; S_{\text{NO}_2} = S_{\alpha_{\text{NO}_2}} \cdot S_{\beta_{\text{NO}_2}} = 4 \cdot 3,16 = 12,6 \text{ и т.д.}$$

Значения обобщённого оценочного балла помещают в графу 9 таблицы 4.

Значения комбинаторного индекса загрязнённости воды S_A в створе А определяют как сумму обобщённых оценочных баллов ($S_A = \sum S_i$) по каждому ингредиенту:

$$S_A = 7,88 + 8,28 + 12,6 + 11,2 + 12,8 + 13,2 + 7,68 + 13,3 + 8,08 + 6,12 = 101,1.$$

Вычисляют удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды S'_A :

$$S'_A = S_A / N_A = 101,1 / 16 = 6,32$$

По значениям обобщенных оценочных баллов и условию $S_i \geq 9$ находят число критического показателя загрязнённости F (КПЗ) воды: $F = 5$ (нитритный азот, фенолы, нефтепродукты, аммонийный азот, соединения меди).

Вычисляют коэффициент запаса k (k рассчитывается только при $F \leq 5$):

$$k = 1 - 0,1 \cdot 5 = 0,5.$$

По значению УКИЗВ (6,32) и числу КПЗ (5) согласно таблице 8 определяют класс загрязненности воды. Для этого в графе, соответствующей значению КПЗ 5, находим градацию значений УКИЗВ, в которую входит его значение 6,32, и соответствующие им класс (5-й) и качественную характеристику – “экстремально грязная”.

Таблица 8 – Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды

Класс	Характеристика состояния загрязнённости воды	Удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды					
		без учёта числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1 ($k=0,9$)	2 ($k=0,8$)	3 ($k=0,7$)	4 ($k=0,6$)	5 ($k=0,5$)
1-й	условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	слабозагрязнённая	(1; 2]	(0,9; 1,8]	(0,8; 1,6]	(0,7; 1,4]	(0,6; 1,2]	(0,5; 1,0]
3-й	загрязнённая	(2; 4]	(1,8; 3,6]	(1,6; 3,2]	(1,4; 2,8]	(1,2; 2,4]	(1,0; 2,0]
разряд “а”	загрязнённая	(2; 3]	(1,8; 2,7]	(1,6; 2,4]	(1,4; 2,1]	(1,2; 1,8]	(1,0; 1,5]
разряд “б”	очень загрязнённая	(3; 4]	(2,7; 3,6]	(2,4; 3,2]	(2,1; 2,8]	(1,8; 2,4]	(1,5; 2,0]
4-й	грязная	(4; 11]	(3,6; 9,9]	(3,2; 8,8]	(2,8; 7,7]	(2,4; 6,6]	(2,0; 5,5]
разряд “а”	грязная	(4; 6]	(3,6; 5,4]	(3,2; 4,8]	(2,8; 4,2]	(2,4; 3,6]	(2,0; 3,0]
разряд “б”	грязная	(6; 8]	(5,4; 7,2]	(4,8; 6,4]	(4,2; 5,6]	(3,6; 4,8]	(3,0; 4,0]
разряд “в”	очень грязная	(8; 10]	(7,2; 9,0]	(6,4; 8,0]	(5,6; 7,0]	(4,8; 6,0]	(4,0; 5,0]
разряд “г”	очень грязная	(8; 11]	(9,0; 9,9]	(8,0; 8,8]	(7,0; 7,7]	(6,0; 6,6]	(5,0; 5,5]
5-й	экстремально грязная	(11; ∞]	(9,9; ∞]	(8,8; ∞]	(7,7; ∞]	(6,6; ∞]	(5,5; ∞]

Пример краткой интерпретации полученных комплексных показателей

1. Превышение ПДК в воде реки P в створе A наблюдалось по 10 ингредиентам химического состава воды из 16 определяемых показателей. Значение коэффициента комплексности загрязнённости воды по отдельным результатам анализа колебалось от 46,7 до 69,2 %, в среднем составляя 59,9%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды реки P в створе A в течение всего года.

2. Для всех загрязняющих ингредиентов (табл. 5) в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_\alpha = 4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по всем рассматриваемым ингредиентам определяется как „характерная”. Уровень загрязненности воды этими ингредиентами различен. По биохимическому потреблению кислорода, СПАВ, соединениям никеля наблюдался низкий уровень загрязненности воды. Значения частных оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 2,00: 1,97; 1,92; 1,53 соответственно. По фенолам, соединениям железа, цинка имел место средний уровень загрязнённости. Частные оценочные баллы для них составляли соответственно 2,79; 2,07 и 2,02. Для нитритного и аммонийного азота, соединений меди и нефтепродуктов характерен высокий уровень загрязненности. Частные оценочные баллы по этим ингредиентам составляли соответственно 3,16; 3,31; 3,33 и 3,19.

3. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения меди, аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты и фенолы. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 13,3; 13,2; 12,6; 12,8 и 11,2 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта, на которые нужно обратить особое внимание при планировании и осуществлении водоохраных мероприятий.

4. Таким образом, степень загрязненности воды реки *P* в створе *A* в течение 2007 г. характеризовалась как экстремально высокая, что обусловлено нарушением существующих нормативов по девяти ингредиентам. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом пять показателей химического состава воды: соединения меди, аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты и фенолы. По каждому из них в 2007 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

Согласно вычисленным показателям, а также годовому сбросу сточных вод проводят картирование состояния поверхностных вод (рис. 4).

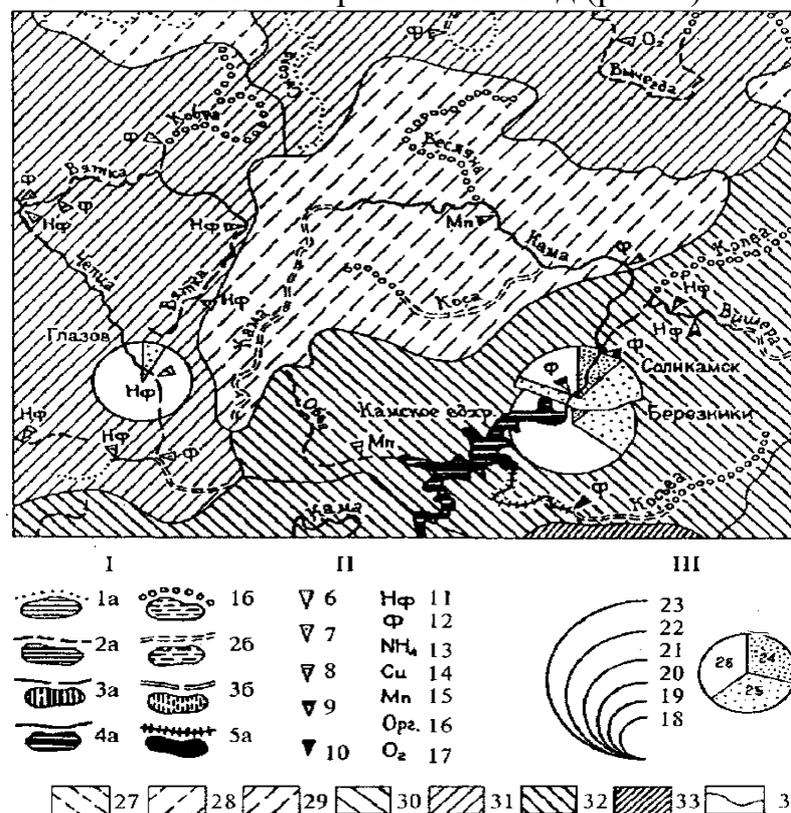


Рисунок 4 – Фрагмент мелкомасштабной карты, характеризующей качество поверхностных вод России по данным стационарных постов наблюдения и отчетности об объеме сточных вод

Классы водоемов по качеству воды: 1 — относительно чистые (ИЗВ < 1); 2 — умеренно загрязненные (1–2,5); 3 — загрязненные (2,5–4); 4 — грязные (4–10); 5 — чрезвычайно грязные (> 10).

Максимальные превышения ПДК: 6 — в 1–10 раз; 7 — в 10–30; 8 — в 30–60; 9 — в 60–100; 10 — > 100; 11–17 — ингредиенты.

Годовой объем сброса сточных вод в городах (млн м³): 18 — от 5 до 25; 19 — от 25 до 50; 20 — от 50 до 100; 21 — от 100 до 500; 22 — от 500 до 1000; 23 — от 1000 до 2000; 24–26 — виды сточных вод: 24 — загрязненные без очистки; 25 — недостаточно очищенные; 26 — нормативно чистые.

Годовое поступление загрязнений в условных кг с 1 км² водосбора: 27 — < 1; 28 — от 1 до 50; 29 — от 50 до 100; 30 — от 100 до 500; 31 — от 500 до 1000; 32 — от 1000 до 5000; 33 — > 5000.

Прочие обозначения: 34 — границы водосборов.

3. Оценка устойчивости к загрязнению поверхностных вод

Естественная устойчивость к загрязнению поверхностных вод зависит от природной специфики водного объекта: водности, скорости течения рек, прочности озер и водохранилищ, минерализации вод и т.д. Используя качественные характеристики водных объектов, оцененные в баллах с учетом коэффициента значимости (Кз), всю гидросеть по устойчивости объектов поверхностных вод к техногенному загрязнению можно подразделить на три категории.

Ограниченная водность самых малых рек, замедленный водообмен и малая минерализация (100-200 мг/л) делают их весьма неустойчивыми к химическому и бактериологическому загрязнению. Сюда относятся воды всех озер и водохранилищ с минерализацией до 400 мг/л и объемом воды менее 50 млн. м³ независимо от их проточности. Все остальные водоемы и реки, в т.ч. большие со скоростью течения до 0,4 м/с, малой и средней минерализацией, характеризуются как неустойчивые. И лишь большие и быстрые реки обладают относительной устойчивостью к техногенному загрязнению.

Таблица 9 – Критерии оценки устойчивости поверхностных вод к техногенному загрязнению

Критерии	Водные объекты	Характеристика состояния		Оценочный балл	Коэффициент значимости	Балл с учетом Кз
		качественная	количественная			
Порядок водного объекта	Реки (длина, км)*	Самые малые	до 25	0,5	2	1,0
	Малые	25-100	1,5	3,0		
Средние	100-500	2,5	5,0			
Большие	более 500	3,5	7,0			
	Озера, водохранилища (млн. м ³)	Очень малые	1-10	0,5	1	1,0
		Малые	10-50	1,5		3,0
		Небольшие	50-100	2,5		5,0
		Большие	более 100	3,5		7,0
Миграционные возможности водного объекта	Озера, водохранилища (проточность)	Бессточные		0,28	1	0,28
		Сточные		0,85		0,85
		Проточные		1,42		1,42
	Реки (м/с)	До 0,2	2,0	2,0		
		0,2-0,4	2,57	2,57		2,57
		0,4-0,6	3,13	3,13		3,13

*Длина реки принимается от истоков до выхода из района исследований

Таблица 10 – Оценка устойчивости объектов поверхностных вод к техногенному загрязнению

Водные объекты	Критерий оценки	Характеристика состояния	Оцен.балл с учетом КЗ	Критерий оценки	Характеристика состояния	Оцен.балл с учетом КЗ	Суммарны балл	Степень устойчивости	
		качествен	количествен						
Реки	Длина водотока, км	Самые малые	До 25	1,0	Скорость течения, м/с-	До 0,2 0,2-0,4	2,0 2,57	3,0 3,57	Весьма неустойчивые (менее 5)
Озера, водохранилища		Объем воды, млн куб.м	Очень малые Малые	1-10 1-50		Проточность	Бессточные Сточные Проточные Бессточные Сточные Проточные	0,28 0,85 1,42 0,28 0,85 1,42	
Реки	Длина водотока, км	Малые	25-100	3,0	Скорость течения, м/с	0,2-0,4	2,57	2,57	Неустойчивые (5-10)
Озера, водохранилища		Объем воды, млн куб.м	Средние Большие	100-500 Более 500		5,0 7,0	Проточность	Бессточные Сточные Проточные Бессточные Сточные Проточные	
Реки	Длина водотока, км	Большие	Более 500	7,0	Скорость течения, м/с	0,4-0,6 Более 0,6	3,13 3,71	10,1 3 10,1 7	Относительно устойчивые, более 10

Исходя из этого, воды малых рек и небольших водоемов не обладают достаточной устойчивостью к постоянному техногенному прессингу и нуждаются в обязательном выполнении защитных мер, рекомендованных для водоохранных зон малых рек. Ширина водоохранной зоны должна устанавливаться дифференцированно в зависимости от расположения области питания подземных вод, наличия притоков и мелких элементов речной сети, ценных природных объектов, промышленных и транспортных объектов, сложившейся на данном отрезке рекреационной нагрузки. Любое загрязнение в пределах внутренней водоохранной территории (прилегающей к руслу реки) проникает в поверхностный водоток и грунтовый водоносный горизонт, а такие участки характеризуются неудовлетворительной защищенностью подземных вод от проникновения поверхностных загрязнений.

Задания для аудиторной работы:

1. Рассчитайте комплексный индекс загрязнения воды (ИЗВ₆), ПХЗ-10 для всех станций опробования (табл. 2).
2. Установите класс чистоты (по ИЗВ₆) для каждой станции отбора проб.
3. Дайте сравнительную характеристику степени загрязнения воды станций опробования. Выделить самые загрязнённые и самые чистые участки, с указанием перечня приоритетных загрязнителей каждой станции опробования.
4. Какие источники могут определять высокие уровни загрязнения воды в рассматриваемых створах?
5. Дайте характеристику вод каждой станции опробования по минерализации, содержанию O₂, БПК₅ и биогенных элементов.

*Комплексная оценка качества поверхностных вод по индексу загрязнённости воды
(ИЗВ), ПХЗ-10*

Вариант 1

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>11,5</u>	<u>8,5</u>	<u>7,5</u>	<u>7,1</u>	<u>6,9</u>	<u>11,0</u>	<u>8,7</u>
%	109	64	74	80	65	101	75
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	3,07	5,7	7,4	6,9	10,3	6,5
Кальций (Ca ²⁺)	60,3	40,9	84,6	102,2	109,4	144	202,4
Магний (Mg ²⁺)	23,1	26,5	54,9	47,7	40,4	42,2	118,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	56,3	84,0	576,8	256,1	134,5	318,6	1296
Хлорид ион (Cl ⁻)	48,6	28,5	180,0	215,2	207,4	259,1	330
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,18	0,1	0,30	0,80	0,90	0,14	0,08
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,029	0,02	0,48	0,165	0,13	0,146	0,015
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	1,24	0,46	8,10	9,32	10,30	2,12	3,05
Фенолы	0,002	0,003	0,001	0,002	0,010	0,007	0,004
Нефтепродукты	0,085	0,07	0,08	0,03	0,08	0,05	0,02
СПАВ	0,08	0,17	0,19	0,14	0,07	0,28	0,19
Железо общее	0,55	0,49	0,65	0,97	1,26	0,40	0,41
Медь (Cu ²⁺)	0,008	0,003	0,020	0,002	0,016	0,012	0,004
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,02	0,03	0,07	0,06	0,02	0,03
Пестициды	0,0001	0,0004	0,0004	н/об	0,0005	0,0004	0,0001
Хром (Cr ⁶⁺)	0,001	0,001	0,003	н/об	0,001	н/об	0,001
Фтор (F ⁻)	н/об	0,30	2,30	2,20	1,5	0,02	0,24

Вариант 2

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>10,5</u>	<u>9,5</u>	<u>8,5</u>	<u>9,1</u>	<u>7,9</u>	<u>10,0</u>	<u>7,7</u>
%	101	74	79	90	75	91	70
БПК ₅ , мгO ₂ /л	4,4	5,07	6,7	6,4	8,9	9,3	4,5
Кальций (Ca ²⁺)	80,3	50,9	74,6	202,2	209,4	144	202,4
Магний (Mg ²⁺)	43,1	46,5	64,9	57,7	40,4	82,2	118,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	46,3	84,0	576,8	356,1	104,5	318,6	1400
Хлорид ион (Cl ⁻)	38,6	28,5	180,0	215,2	207,4	209,1	300
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,19	0,30	0,80	1,20	0,14	0,02
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,01	0,02	0,48	0,165	1,13	0,146	0,025
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	1,24	0,46	2,1	0,33	11,31	2,1	3,0
Фенолы	0,002	0,003	0,001	0,002	0,010	0,007	0,001
Нефтепродукты	0,085	0,07	0,08	0,03	0,08	0,05	0,02
СПАВ	0,18	0,27	0,29	1,14	1,06	0,28	0,19
Железо общее	0,55	0,4	2,7	0,9	1,2	0,20	0,41
Медь (Cu ²⁺)	0,002	0,003	0,020	0,002	0,019	0,012	0,004
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,03	0,05	0,07	0,06	0,02	0,03
Пестициды	0,0001	0,0004	0,0004	0,0020	0,0005	0,0004	0,0005
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	н/об	0,003	н/об	0,005	0,001	0,003
Фтор (F ⁻)	н/об	н/об	2,10	1,60	2,50	н/об	0,14

Вариант 3

Ингредиенты	ПДК, мг/л	ст. 1, р. Десна, черта г. Брянска		ст. 2, р. Десна, ниже Брянска		ст. 3, р. Десна, выше г. Брянска		ст. 7, р. Навля	
		мг /л	С _i /ПДК	мг /л	С _i /ПДК	мг /л	С _i /ПДК	мг /л	С _i /ПДК
О ₂ , мг О ₂ /л, %	не <4,0	<u>12,5</u> 115		<u>9,5</u> 68		<u>6,5</u> 72		<u>9,7</u> 85	
БПК ₅ , мгО ₂ /л	не> 3,0	6,4		2,07		6,7		3,5	
Кальций (Ca ²⁺)	180,0	70,3		50,9		94,6		212,4	
Магний (Mg ²⁺)	40,0	13,1		16,5		44,9		108,2	
Сульфат ион	100,0	66,3		74,0		556,8		1306	
Хлорид ион(Cl ⁻)	300,0	38,6		38,5		200,0		320	
Минерализация	1000	504,4		433,2		137,0		2716	
Азот аммиачный	0,5	1,18		0,08		0,18		0,08	
Азот нитритный	0,02	0,079		0,04		0,40		0,015	
Азот нитратный	10,0	0,24		0,17		5,9		3,0	
Фенолы	0,001	0,003		0,001		0,004		0,004	
Нефтепродукты	0,05	0,065		0,08		0,02		0,01	
СПАВ	0,1	0,09		0,14		0,13		0,1	
Железо общее	0,5	0,75		0,65		1,4		0,41	
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,009		0,007		0,012		0,004	
Цинк (Zn ²⁺)	0,01	н/об		н/об		0,05		0,07	
Пестициды	0,0001	н/об		0,0003		н/об		н/об	
Хром (Cr ⁶⁺)	0,001	н/об		н/об		0,004		н/об	
Фтор (F ⁻)	1,5	н/об		н/об		0,25		0,1	

6. Проведите комплексную оценку степени загрязнённости воды по удельному комбинаторному индексу загрязнённости воды согласно вариантам.

Вариант 1

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	3,00	5,04	94,0	235,5	0,16	0,21	0,320	9,00	0,000	0,85	0,32	-	0,021	0,001	0,016	0,042
13.II	1,94	7,43	90,5	214,3	0,21	0,17	-	8,50	0,001	0,70	0,34	0,001	0,022	0,001	0,015	0,031
11.III	2,47	8,56	97,4	252,1	0,39	0,42	0,380	8,00	0,001	0,85	0,35	0,001	0,035	0,000	0,017	0,054
15.IV	2,27	7,91	40,8	158,6	0,17	0,45	0,330	9,00	0,001	0,98	0,21	0,001	0,027	0,000	0,019	0,043
12.V	2,56	-	88,2	-	0,15	0,46	0,390	10,0	0,001	0,95	0,11	-	0,005	0,000	0,010	0,062
09.VI	3,32	7,44	63,4	135,6	0,24	0,40	-	8,40	0,000	0,70	0,12	0,001	0,009	0,001	0,018	0,031
13.VII	5,65	-	65,7	125,4	0,10	0,21	0,550	8,50	0,000	0,75	0,11	0,001	0,029	0,001	0,020	0,038
12.VIII	5,30	5,01	66,6	135,8	0,19	0,26	0,025	9,50	0,001	0,85	0,19	0,000	0,002	0,000	0,014	0,029
10.IX	6,70	10,3	75,5	-	0,20	0,68	0,120	9,20	0,001	0,85	0,11	0,000	0,021	0,000	0,012	0,024
14.X	3,90	8,96	87,3	158,4	0,47	0,12	0,640	9,20	0,001	0,95	0,20	0,001	0,008	0,000	0,019	0,022
18.XI	1,11	6,40	76,9	225,3	0,32	0,33	0,230	9,40	0,000	0,80	0,22	0,000	0,012	0,001	0,021	0,021
16.XII	1,50	5,06	77,4	287,6	0,30	0,39	0,210	9,50	0,001	0,87	0,19	0,001	0,015	0,001	0,019	0,021

Вариант 2

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	4,05	3,25	270	201,0	0,60	0,21	0,100	0,45	0,000	0,00	0,10	0,001	0,068	0,008	0,010	0,007
13.II	2,32	6,12	390	222,3	0,80	0,45	0,110	0,56	0,001	0,00	0,10	0,001	0,240	0,005	0,010	0,001
11.III	3,15	8,12	380	156,4	0,40	0,41	0,100	0,24	0,001	0,05	0,09	0,001	0,250	0,001	0,009	0,001
15.IV	2,25	-	300	-	0,50	0,08	0,060	0,27	0,000	0,05	0,08	0,001	-	0,009	0,008	0,001
12.V	2,30	7,21	280	150,7	1,00	0,09	0,020	0,27	0,000	0,05	0,07	0,001	0,150	0,010	0,008	0,008
09.VI	3,20	7,06	370	195,6	0,90	10,5	0,020	-	0,000	0,05	0,02	-	0,090	0,054	0,004	0,001
13.VII	6,45	3,12	355	196,1	2,50	11,3	0,010	0,57	0,001	0,05	0,04	0,001	0,190	0,012	0,005	0,001
12.VIII	6,10	4,17	256	198,4	1,23	0,10	0,010	0,59	0,001	0,05	0,06	0,020	0,020	0,016	0,004	0,001
10.IX	5,10	6,23	350	-	0,60	1,42	0,060	0,98	0,001	0,05	0,02	0,003	0,029	0,004	0,007	0,005
14.X	4,50	9,54	270	187,9	0,70	0,23	0,120	0,75	0,001	0,05	0,10	0,009	0,047	0,010	0,006	0,001
18.XI	2,10	8,98	380	298,1	0,60	0,28	0,210	0,28	0,000	0,00	0,10	0,001	0,078	0,007	0,008	0,001
16.XII	2,20	10,2	350	301,3	0,48	0,23	0,220	0,47	0,000	0,00	0,10	0,002	0,056	0,006	0,009	0,006

7. Вычислите КДА для рр. Десна, Болва, Снежень, используя следующие данные (табл. 11, 12).

Таблица 11 – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях рр. Десна, Болва и Снежень в пределах г. Брянска (мг/кг осадков)

Место отбора отложений	Сезон	Металлы						
		свинец	медь	хром	никель	цинк	железо	марганец
Р. Десна, р-н водозабора водопров.станции	зима	5,2	3,8	0	82,6	19,3	4150	302
	лето	12,7	10,1	0	125	32,5	16100	943
Р. Болва, устье	зима	9,6	4,1	52,2	55,0	14,0	9930	495
	лето	73,0	49,6	-	162	259	116700	2304
Р. Снежень, устье	Зима	13,1	12,6	0	36,3	71,4	33700	1810
	Лето	7,0	19,3	0	42,0	43,2	41680	754
Р. Десна, ниже г. Брянска	Зима	6,7	8,5	2,4	17,3	9,0	12400	848
	лето	33,8	96,8	-	118,0	215	50400	816

Таблица 12 – Содержание элементов в воде рек Десна, Болва и Снежень в пределах г. Брянска (мг/л, мгэкв/л)

Место отбора проб	Ингредиенты								
	хром	марганец	никель	медь	кадмий	кобальт	свинец	железо	цинк
Р. Десна, р-н водозабора водопров.станции	0,0095	0,040	0,027	0,0033	0,003	0,0056	0,0006	0,340	0,09
Р. Болва, устье	0,0113	0,0903	0,0268	0,0014	0,0021	0,027	0,0237	0,234	0,09
Р. Снежень, устье	0,0106	0,024	0,042	0,0022	0,002	0	0,329	0,400	0,09
Р. Десна, ниже г. Брянска	0,0075	0,0355	0,002	0,0024	0,003	0,0141	0,0148	0,435	0,10

Как накапливаются металлы в донных отложениях рек?

8. Определить устойчивость к техногенному загрязнению рек в любом административном районе Брянской области.

Занятие № 5

Тема: Оценка суммарного загрязнения воздуха в городах

Цель: Обобщить сведения о возможности комплексной оценки состояния атмосферного воздуха для характеристики природных условий в проекте ЗВОС.

Учебный материал

1. Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ в городах России используется комплексный показатель – **индекс загрязнения атмосферы (ИЗА, Im)**. Комплексный индекс загрязнения атмосферы $I(m)$, учитывающий m загрязняющих веществ, рассчитывается следующим образом:

$$I_m = \sum_{i=1}^m I_i = \sum_{i=1}^m \frac{X_i C_i}{ПДК_i}$$

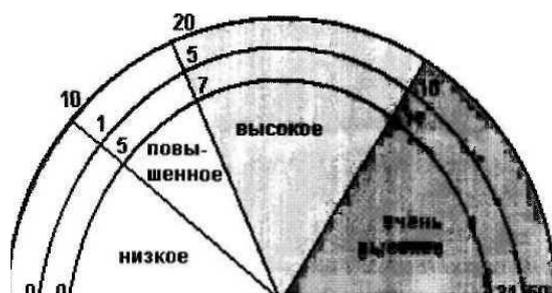
где X_i - среднегодовая концентрация i -го вещества, $ПДК_i$ - его среднесуточная предельно допустимая концентрация, C_i - безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы (значения C_i ; равны 0,85; 1,0; 1,3 и 1,5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности вещества). ИЗА показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) соответствуют фактически наблюдаемые концентрации m веществ в городской атмосфере, т. е. показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом.

Чтобы значения $I(m)$ были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества (m) веществ. Для этого предусматривается особый подход к расчету ИЗА. По парциальным значениям I_i для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \dots > I_m$. Далее рассчитывается $I(m)$ для заданного и одинакового числа m . Из анализа данных наблюдений за загрязнением атмосферы получено, что в атмосфере городов России имеется 4-5 веществ, которые определяют основной вклад в создание высокого уровня загрязнения. Поэтому обычно принимается $m=5$.

В соответствии с существующими методами оценки среднегодового уровня, загрязнение считается «низким» если ИЗА ниже 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА, равном или больше 14.

Для разовых концентраций примесей имеются еще два критерия качества воздуха: **НП** - наибольшая повторяемость превышения ПДК разовой из данных для всех веществ, измеряемых в городе;

СИ - стандартный индекс, наибольшая измеренная за короткий период (20 минут) концентрация вещества, поделенная на ПДК. При СИ больше 10 (ПДК превышено более, чем в 10 раз) загрязнение характеризуется как очень высокое (рис. 5)



100

НП СИ ИЗА

Рисунок 5 – Шкала значений показателей загрязнения атмосферы

2. Оценка загрязнения атмосферного воздуха по среднегодовым концентрациям

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитываются согласно ГОСТ 17.23.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных мест» или используются данные «Ежегодников о состоянии загрязнения воздуха городов и промышленных центров» за несколько лет, но не менее двух.

Степень загрязнения воздуха рассчитывается с учетом кратности превышения среднегодового ПДК веществ, их класса опасности, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня, количества веществ, одновременно присутствующих в воздухе, и коэффициента их комбинированного действия.

Среднегодовые значения ПДКг выражаются через значение среднесуточного ПДКсс по соотношению: $ПДКг = a \times ПДКсс$. Значение коэффициента «а» для различных веществ приведено в таблице 12.

Таблица 12 – Значение коэффициентов «а» для различных веществ

Вещества	Коэффициент «а»
Аммиак, азота оксид, азота диоксид, бензол, бенз(а)пирен, марганца диоксид, озон, серы диоксид, сероуглерод, синтетические жирные кислоты, фенол, формальдегид, хлоропрен	1
Трихлорэтилен	0,4
Амины, анилин, взвешенные вещества (пыль), углерода оксид, хлор	0,34
Сажа, серная кислота, фосфорный ангидрид, фториды (твердые)	0,3
Ацетальдегид, ацетон, диэтиламин, толуол, фтористый водород, хлористый водород, этилбензол	0,2
Акролеин	0,1

Степень загрязнения воздуха веществами разных классов опасности определяется «приведением» их концентраций, нормированных по ПДК, к концентрациям веществ 3-го класса опасности согласно формуле

$$K_{3кл} = K_j n,$$

где n - коэффициент изоэффективности, j - класс опасности ($n = 2,3$ для $j = 1$; $n = 1,3$ для $j = 2$; $n = 0,87$ для $j = 4$). (При величинах, нормированных по ПДК концентраций выше 2,5 для 1-го класса, выше 5 для 2-го класса, выше 8 для 3-го класса и выше 11 для 4-го класса, «приведение» к 3-му классу осуществляется путем умножения значений нормированных по ПДК концентраций соответственно на 3,2; 1,6; 1 и 0,7).

Если атмосферный воздух загрязнен веществами, относящимися к разным классам опасности, производится расчет комплексного показателя P . Он равен корню квадратному из суммы квадратов нормированных по ПДК концентраций, приведенных к таковым концентрациям веществ 3-го класса.

Расчет комплексного показателя P проводится по формуле:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^m I K_{3кл}^2}$$

где $K_{3кл}$ - концентрации, нормированные по ПДК, приведенные к концентрациям веществ 3-го класса опасности; i - номер вещества.

Таблица 13 – Критерии оценки среднегодового загрязнения атмосферного воздуха

Показатели	Параметры		
	экологическое бедствие	чрезвычайная экологическая ситуация	относительно удовлетворительная ситуация
1 вещество	более 16	8-16	менее 8
2-4 вещества	более 32	16-32	менее 16
5-9 веществ	более 48	32-48	менее 32
10 – 16 веществ	более 64	48-64	менее 48
16 - 25 веществ	более 80	64-80	менее 64

Оценка степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха по комплексному показателю Р проводится согласно данным таблицы 13. При этом если в комплексном показателе любое из веществ будет иметь значение, превышающее величину показателя для одного вещества, то в этом случае оценка степени загрязнения осуществляется и по этому веществу.

На основании полученных оценок и данных о конкретных выбросах проектируемого объекта рассчитываются прогнозные оценки загрязнения атмосферы.

Примеры нанесения на карту значения критериев состояния атмосферы показаны на рисунках 6-7.

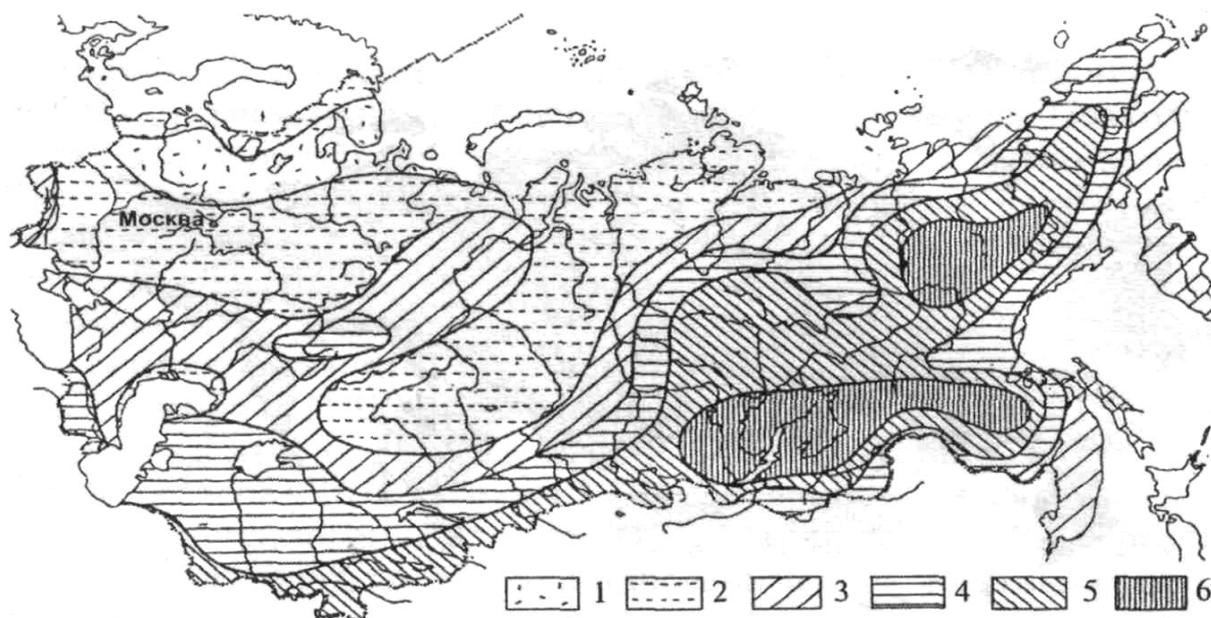


Рисунок 6 – Потенциал загрязнения атмосферы СССР (по Э.Ю. Безугловой)

1 - низкий (до 2,4); 2 - умеренный (2,4 - 2,7); 3 - повышенный (2,7 - 3,0); 4 - высокий (3,0 - 3,3); 5 - очень высокий (3,3 - 3,6); 6 - наиболее высокий (3,6 - 4,0).

дельных ингредиентов непрерывно меняются, причем не только в силу неравномерности поступления поллютантов, но и вследствие турбулентного характера их переноса. Воздушный поток, взаимодействующий с неровной подстилающей поверхностью, носит не стационарный, а квазипериодический характер, что проявляется в попеременном усилении и ослаблении циркуляции вокруг зданий и иных неровностей, с периодическим формированием и срывом вихрей с их подветренных кромок. Поэтому в каждой точке, на каждой территории ход концентраций отдельных ингредиентов и общего уровня загрязненности имеет некоторую специфику.

Факторы интенсивности осаждения и самоочищения для разных веществ в значительной степени совпадают. Поэтому концентрации разных веществ обычно меняются относительно согласованно, подчиняясь одним и тем же временным и пространственным закономерностям.

Выделение загрязняющих веществ от техногенных источников усиливается:

- с ростом числа работающих единиц производственного оборудования и транспортных средств, увеличением интенсивности их работы;
- при ухудшении технического состояния и авариях;
- при неэффективной работе или отключении очистного оборудования.

Поступление загрязняющих веществ от естественных и техногенных пылящих источников усиливается при усилении ветра (в сочетании с наличием незакрепленных поверхностей), при вулканических процессах.

Интенсивность выноса загрязняющих веществ зависит от скорости ветра и характера атмосферной стратификации; интенсивность самоочищения – от температуры, влажности, интенсивности ультрафиолетового излучения, шероховатости подстилающей поверхности. При этом тенденции загрязнения атмосферы для территорий в целом и отдельных их частей могут не совпадать.

Сочетание естественных факторов, обуславливающих высокий уровень загрязнения, образует потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА). Степень реализации потенциала загрязнения атмосферы зависит от наличия и мощности источников загрязнения.

Таким образом, картографирование загрязнения атмосферы складывается из:

1. Картографирования потенциала загрязнения атмосферы;
2. Картографирования источников загрязнения;
3. Картографирования уровней загрязнения.

С эколого-гигиенической точки зрения наибольший интерес для картографирования представляют следующие характерные уровни загрязнения атмосферного воздуха:

- средний годовой (многолетний) уровень, который формируется при наличии динамического равновесия между эмиссией и рассеянием атмосферных загрязнений;
- уровень загрязнения, складывающийся при сочетании обычного (или скорректированного согласно плана мероприятий при НМУ) режима работы предприятий – источников загрязнения атмосферы, и неблагоприятных для рассеяния метеоусловий (5% повторяемости, согласно действующей системы экологического нормирования);
- уровень загрязнения, который может возникнуть при аварийном выбросе от потенциально опасного объекта при определенных заданных (обычно неблагоприятных) метеоусловиях;
- фактически существующий текущий уровень загрязнения.

Картографирование потенциала загрязнения атмосферы

Картографирование потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) проводится на основе данных стационарных метеорологических наблюдений, в мелких и средних масштабах. Величина ПЗА показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения атмосферного воздуха в конкретном районе, с определенной повторяемостью неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий (НМУ), будет выше или ниже, чем в некотором другом районе, принятом за эталон.

Поскольку состояние атмосферы претерпевает как внутри-, так и межгодовые изменения, различают климатический и метеорологический потенциал загрязнения атмосферы. Климатический ПЗА отражает среднюю повторяемость и степень выраженности НМУ, определяется исходя из средних многолетних характеристик и является стабильной характеристикой.

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПА) определяется конкретными метеороусловиями и постоянно изменяется. Поскольку климатический и метеорологический потенциалы загрязнения атмосферы обладают повсеместным распространением и характеризуются количественно, для их картографирования используется способ изолиний.

Климатический потенциал загрязнения атмосферы зависит от основных климатических параметров, определяемых за длительные промежутки времени. Для расчета климатического ПЗА требуются данные аэрологических наблюдений, выполняемых в весьма ограниченном числе пунктов. Так, на территориях, где преобладают низкие источники выбросов и высокие с холодными выбросами, климатический ПЗА может быть рассчитан по формуле:

$$\text{ПЗА} = 2,5 * \exp \{ [0,04 / (z_2 - z_1)^2] - [0,4z_1 / (z_2 - z_1)] \},$$

где z_1 и z_2 – аргументы интеграла вероятности $\Phi(z)$, при которых $\Phi(z)$ связан с P_1 и P_2 соотношениями:

$$\Phi(z_1) = 1 - 2P_1; \Phi(z_2) = 1 - 2P_2.$$

В свою очередь:

$$P_1 = \text{РИН} + \text{РСЛ} - P_3 + P_т; P_2 = P_3 + P_т,$$

где РИН – повторяемость приземных инверсий; РСЛ – повторяемость слабых ветров (0 – 1 м/с); P_3 – повторяемость застоев воздуха; $P_т$ – повторяемость туманов.

Картографирование ПЗА включает вычисление его значений для метеостанций, с использованием соответствующих формул, и географическую интерполяцию, с вычерчиванием изолиний. При мелкомасштабном картографировании климатического ПЗА выявляется влияние циркуляционных особенностей глобального и регионального масштаба, воздействие крупных форм рельефа.

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПА) характеризуется значительно большей пространственной и временной изменчивостью и является предметом среднемасштабного картографирования. Для определения МПА исполь-

зуются параметры, определяемые на значительно большем числе метеостанций. Для определения МПА была предложена формула Т. Г. Селегей:

$$\text{МПА} = (P_{\text{сл}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}),$$

где $P_{\text{сл}}$ – повторяемость слабых ветров (0 – 1 м/с); $P_{\text{т}}$ – повторяемость дней с туманом; $P_{\text{о}}$ – повторяемость дней с осадками 0,5 мм и более; $P_{\text{в}}$ – повторяемость скорости ветра 6 м/с и более.

Карты МПА могут создаваться для средних многолетних характеристик того или иного месяца (или иного интервала), осредненных величин за конкретный отрезок времени, либо по состоянию на определенные моменты (день и час). При составлении таких карт весьма важно придерживаться географического подхода к интерполяции данных, поскольку величины параметров, определяющих МПА, даже при равнинном рельефе могут различаться в несколько раз, в зависимости от расположения метеостанции на водоразделе, склоне или в долине. При этом данными наблюдений на метеостанциях обеспечены лишь единицы из многих тысяч конкретных элементов рельефа. В то же время такое картографирование – весьма важная прикладная задача, поскольку позволяет количественно охарактеризовать различия в уровнях загрязнения при одном и том же выбросе, в зависимости от места размещения источника.

Задания для аудиторной работы:

1. По данным таблицы 14 определить комплексный параметр состояния атмосферного воздуха.

Таблица 14 – Среднегодовая концентрация веществ в атмосферном воздухе города за 2008-2009 гг.

Вещество	ПДК среднегодовая	Среднегодовая концентрация (мг/м ³)		Доля ПДК		Класс опасности вещества
		2008	2009	2008	2009	
Сернистый газ	0,05	0,001	0,0026			
Окислы азота	0,04	0,02	0,03			
Окись углерода	1,02	1,02	0,9			
Фенол	0,003	0,0026	0,005			
Сероводород	0,008	0,00001	0,0003			
Формальдегид	0,003	0,009	0,01			
Хлор	0,01	0,003	0,013			
Пыль	0,051	0,1	0,083			
Метилмеркаптан	0,0001	0,000024	0,00005			

2. По данным о суммарных выбросах отдельных загрязняющих веществ по крупным предприятиям города (табл. 15) вычислить приведенные (к диоксиду серы) выбросы отдельных веществ и сумм веществ, в условных тоннах. Коэффициенты приведения для некоторых распространенных веществ (исходя из соотношений ПДК_с): оксид углерода – 0,017; взвешенные вещества – 0,33; аммиак – 0,33; серово-

дород – 0,625; диоксид азота – 1,25; формальдегид – 16,67; фенол – 16,67; 3,4 бенз-(а)пирен – 50 000.

Таблица 15 – Список основных предприятий – источников загрязнения воздушной среды г. Брянска химическими веществами (2007 г.)

Наименование пром предприятия	Всего выброшено (т/год)							
	твердые	газообр и жидкие	SO ₂	CO	NO _x	углеводороды	ЛОС	прочие
Деревообрабатывающий завод	426,1	70,37	-	53,3	16,85	-	0,213	-
Брянский машиностроительный завод	840,3	3284,7	317,0	2294,0	364	188,2	115,35	5,85
Сталелитейный завод	1558,7	965,44	128,32	508,88	317,93	-	10,29	-
Автозавод	8,5	1061,7	7,9	658,58	108,39	-	282,3	4,5
Комбинат «Брянскпромбетон»	134,5	10,95	0,01	10,3	5,65	0,87	0,05	0,041
Силикатный завод	347,29	861,7	-	807,19	54,56	-	0,016	-
Комбинат «Стройдеталь»	109,5	30,7	11,0	25,05	4,5	0,04	-	0,091
Брянский камвольный комбинат	4,5	24,77	5,5	4,97	11,8	-	1,97	0,53

4. Вычислите ИЗА для территории города. Проанализируйте данные таблицы 16.

Таблица 16 – Перечень и приоритет по токсичности и валу веществ, поступающих с промышленными выбросами в атмосферу г. Брянска (2005 г.)

Наименование химических веществ	Выброс т/год	Токсичность (условные безразмерные единицы) приоритет по токсичности	Приоритет по токсичности
Диоксид серы	1776,3	3552	5
Окись углерода	6726,5	1345	6
Диоксид азота	2134,5	25112	2
Аммиак	28,78	144	20
Сероводород	0,023	3	
Озон	0,075	0,5	
Цианистый водород	1,87	9,3	
Фториды	0,52	26	
Хромовый ангидрид	0,15	100	
Натр едкий	5,75	574	12
Азотная кислота	0,1	0,2	
Ортофосфорная	0,0009	0,45	
Серная кислота	4,72	157	18
Уксусная кислота	2,22	11	
Стирол	4,82	120	
Диметилформамид	0,4	13	
Диоксан	0,1	1,4	
Триэтаноламин	0,02	0,5	
Дихлорэтан	0,45	0,15	

Этилбензол	0,022	1	
Скипидар	8,33	4	
Керосин	0,172	0,1	
Циклогексан	0,03	0,02	
Изопропилбензол	0,033	2,3	
Ацетон	113,08	323	17
Бутилацетат	57,8	578	11
Бензин	55,01	11	
Ксилол	228,32	1141	8
Толуол	215,54	5389	4
Сольвент	180,65	903	9
Изопрен	0,15	4	
Этилацетат	2,34	23	

5. Построить карту распределения значений МПА за год, один месяц или какой-либо другой период времени способом изолиний.

6. Построить отдельные диаграммы распределения значений МПА для каждого населенного пункта в течение года. Диаграммы могут быть представлены в виде простейших двумерных графиков либо в виде «роз».

Таблица 17 – Параметры для расчета МПА по метеостанции Вятские Поляны

Месяцы	Рсл	Рт	Ро	Рв	МПА
I	31,7	9,7	48,4	21,0	
II	35,9	10,7	50,0	18,1	
III	30,2	6,4	74,2	24,6	
IV	34,4	6,7	96,7	16,6	
V	31,3	1,6	74,2	20,6	
VI	34,8	0,7	66,7	16,5	
VII	44,6	2,6	38,7	10,5	
VIII	46,1	6,4	41,9	11,2	
IX	37,5	10,0	56,7	17,2	
X	29,4	9,7	77,4	22,0	
XI	28,4	6,7	76,7	20,3	
XII	30,1	6,4	67,7	24,2	
год	34,5	6,6	64,1	18,8	

Таблица 18 – Результаты расчета МПА по средним многолетним за декабрь

Метеостанции	Рсл	Рт	Ро	Рв	МПА
Глазов	14,7	6,4	64,5	33,7	
Юкаменское	13,6	5,7	64,5	33,5	
Дебессы	14,9	6,4	80,6	34,7	
Игра	14,9	12,9	67,7	10,2	
Септы	15,1	9,7	67,7	32,5	

Воткинск	26,5	6,4	67,7	21,2	
Вавож	15,8	3,2	51,6	21,7	
Ижевск	16,6	16,1	71,0	22,5	
Можга	29,3	6,4	71,0	25,1	
Сарапул	24,5	12,9	58,1	14,6	
Кильмезь	20,1	6,4	67,7	25,5	

Проанализировав расчетные и графические материалы, сделать выводы относительно преобладания рассеивающих или накапливающих процессов в воздухе изучаемых населенных пунктов и причинах такой ситуации.

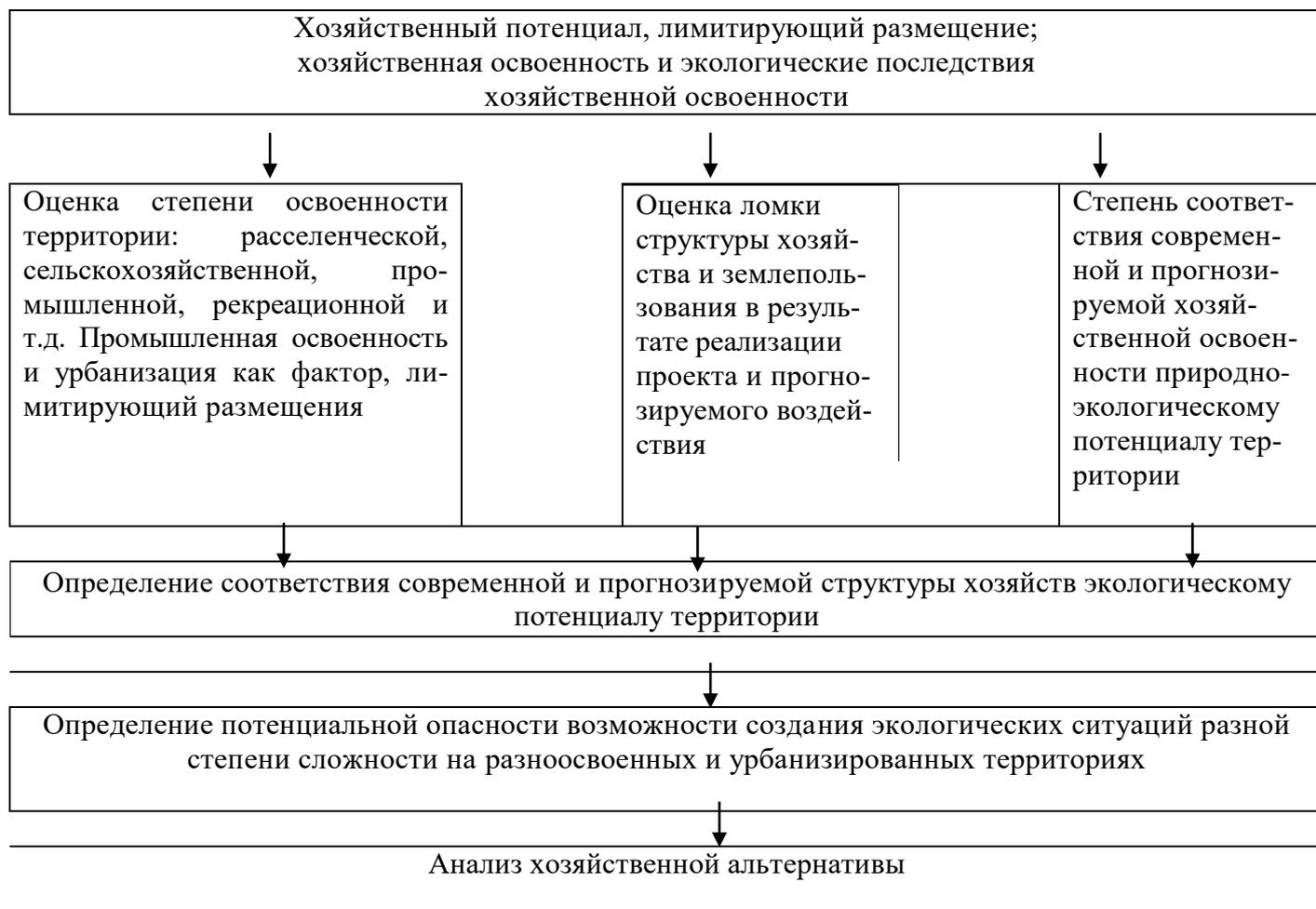
Занятие № 6

Тема: Экологическое обоснование размещения. Хозяйственная освоенность территории и рекреационный потенциал.

Цель: оценить расселенческую освоенность территории в регионе размещения, проанализировать экологические последствия хозяйственного использования ландшафтов, предложить способы улучшения использования рекреационных ресурсов местности.

Учебный материал

1. Последовательность оценки хозяйственной освоенности территории можно описать следующей схемой [по: Дончева, 2002].



Один из важнейших компонентов хозяйственной освоенности территории – расселенческая освоенность. С использованием карт различного масштаба её можно отразить с помощью такого методического приема, как **плавающий диск**. Плавающий диск определенного диаметра позволяет выделить основной расселенческий ареал, пространство, заполненное поселениями. Заполненные пространства – территории с высокой плотностью населения (рис. 8).

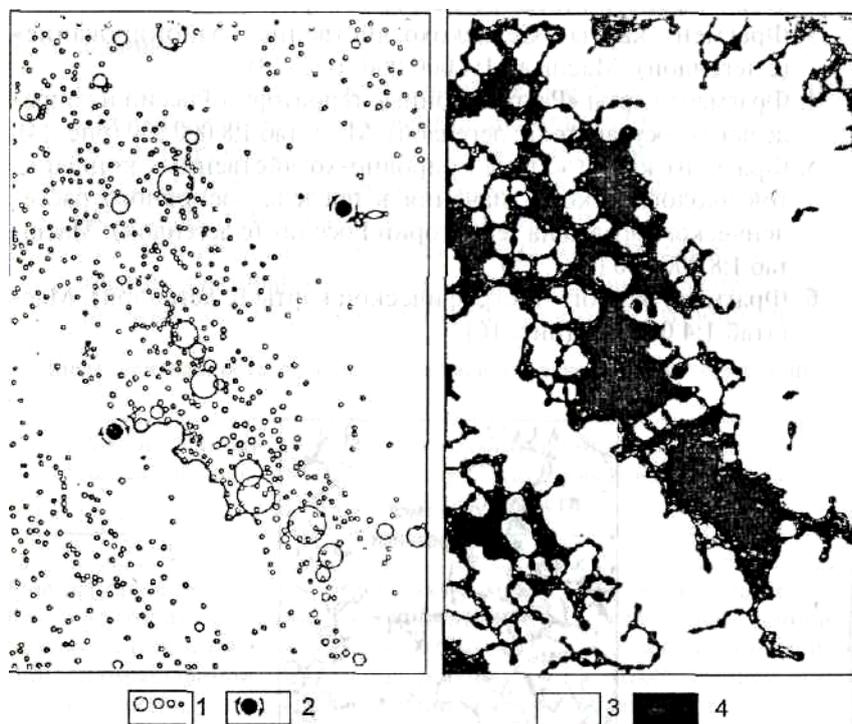


Рисунок 8 – Дифференциация территории России на районы с «заполненным» и «незаполненным» расселенческим фоном (фрагмент). Масштаб 1:2 500 000 [по: Дончева, 2002] .

А – размещение поселений с численностью жителей более 200 человек: 1 – населенные пункты; 2 – плавающий диск радиусом 5 км. Б – расселенческий фон, полученный способом плавающего диска; 3 – «незаполненные» пространства; 4 – «заполненные» пространства

2. Территория Брянской области имеет в целом достаточно высокий рекреационный потенциал.

Территория области по схеме рекреационного районирования Русской равнины отнесена к Центральному району второй рекреационной зоны со средней плотностью территориальных рекреационных систем. Здесь осуществляются почти все рекреационные функции территории: санаторно-курортное лечение, спортивный отдых, оздоровительный и экскурсионно-познавательный отдых. Сложность и пестрота ландшафтов области, наряду с социально-экономическими условиями, оказывают значительное влияние на возможности рекреационного использования территории. Л.М. Ахромеевым и Ю.Г. Даниловым на основе анализа рекреационного использования территории в зависимости от ее ландшафтной структуры, было осуществлено ландшафтно-рекреационное районирование Брянской области (рис. 9).

Брянский хвойно-широколиственный ландшафтно-рекреационный округ

Группа ландшафтно-рекреационных районов аллювиально-зандровых равнин (I).

Анализ ландшафтов и рекреационных объектов Брянской области показывает, что аллювиально-зандровые равнины обладают наибольшим рекреационным потенциалом. Это наиболее пригодные в рекреационном плане природные комплексы. Здесь проявляется одно из самых притягательных свойств территории - контрастность природных условий. Именно ей обязана в первую очередь привлекательность речных долин. Максимальная рекреационная нагрузка в ландшафтах речных долин достигает в зонах краевого эффекта, т.е. в пограничной полосе между двумя разнородными природными средами (вода-суша, лес-поляна и т.п.), где проявление контрастности наиболее сильное. К речным долинам приурочены и наиболее устойчивые к рекреационным нагрузкам природные комплексы. Так при кратковременном отдыхе предельно допустимое количество отдыхающих в березняках и осинниках коренных склонов речных долин может достигать 50 чел/га, в террасовых сосняках - 35 чел/га. Все это и определило наибольшую рекреационную емкость речных долин области. На их территории сосредоточено более 40% пионерских лагерей, 14,4% лагерей труда и отдыха, 44,5% санаториев и профилакториев, 71,4% туристических баз и домов отдыха. На берегах рек находится большая часть пляжей. К этому следует добавить, что основной поток отдыхающих в выходные дни также устремляется в речные долины.

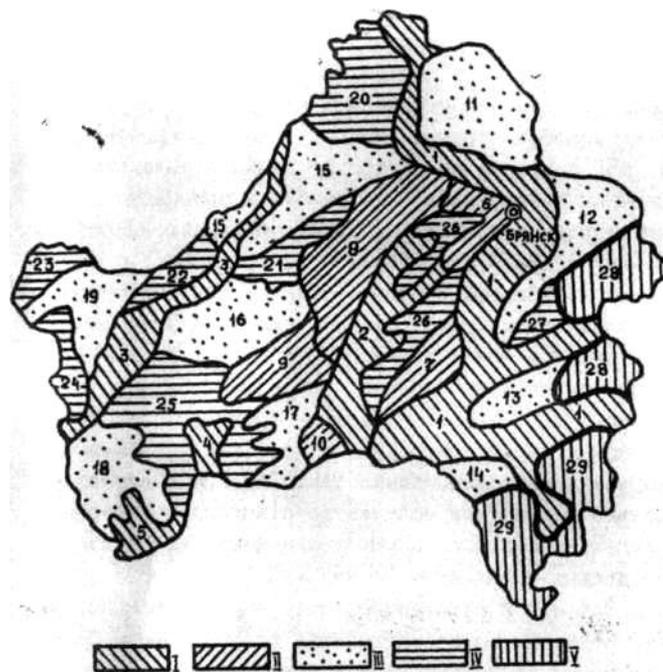


Рисунок 9 – Ландшафтно-рекреационное районирование Брянской области
Брянский хвойно-широколиственный ЛРО. I- Группа ЛРР аллювиально-зандровых равнин: 1 - Деснянский ЛРР; 2 - Судостьский ЛРР; 3 - Ипутьский ЛРР; 4 - Солова-Сновский ЛРР; 5 - Трубежско-Цатинокий ЛРР. II –
Группа ЛРР ополей и предополей: 6 - Брянский ЛРР; 7 - Трубчевский ЛРР; 8 - Присудостьский ЛРР; 9 - Стародубский ЛРР; 10 - Вара-Судостьский ЛРР.
III - Группа ЛРР полесий и предполесий: 11 - Ветьма-Деснянский ЛРР; 12 - Карачево-Наалинский ЛРР; 13 - Нерусса-Кокоревский ЛРР; 14 - Суземский ЛРР; 15 - Надвинско-Ипутьский ЛРР; 16 - Унечско-Ипутьский ЛРР; 17 - Солова-Ваблинский ЛРР; 18 - Сновско-Ипутьский ЛРР; 19 - Беседьско-Ипутьский ЛРР.

IV - Группа ЛРР моренных, водноледниковых и зандро-вых равнин: 20 - Деснянско-Сещенский ЛРР; 21 - Мглинский ЛРР; 22 - Иржач-Ипутьсждкий ЛРР; 23 - Беседьский ЛРР; 24 - Вихолковско-Ядовей ЛРР; 25 - Ирпа-Сновский ЛРР; 26 - Рожковоко-Судостьский ЛРР; 27 - Навлинский ЛРР.

Брянский лесостепной ЛРО. Группа ЛРР эрозионно-лессовых возвышенных равнин: 28 - Навлинско-Снежетьский ЛРР; 29 - Севско-Усожский ЛРР.

В зависимости от специфики природных условий, ландшафтной структуры и обеспеченности рекреационными ресурсами в пределах ландшафтов аллювиально-зандровых равнин можно выделить пять ландшафтно-рекреационных районов.

Деснянский ЛРР (I) включает территорию долины реки Десны и её левых притоков Неруссы, Навли, Ревны, низовья Снежети, Болвы, Ветьмы. Здесь преобладают волнистые поверхности террас, сложенные мощными песками и супесями. Типичные боровые террасы с сосновыми, елово-сосновыми и мелколиственно-сосновыми лесами, в которых встречается и дуб, пригодны для организации пионерских оздоровительно-спортивных лагерей, профилакториев, туристических баз. Среди ландшафтов аллювиально-зандровых равнин в настоящее время это наиболее освоенный ЛРР. Особый интерес к этому району объясняется несколькими причинами: во-первых, на его территории частично расположен г. Брянск; он хорошо обеспечен транспортом, во-вторых, здесь сосредоточено достаточно много природных объектов (водные и лесные объекты), которые привлекают большое число туристов. В окрестностях Белобережского детского санатория скважиной обнаружена (дебит - 11,8 л/сек) бромная среднеминерализованная (8,2 г/л) хлоридно-сульфатная и кальциево-натриевая вода. В-третьих, с территорией района связано героическое прошлое Брянской области. В годы Великой Отечественной войны Брянские леса были центрами партизанского движения. В память о тех грозных событиях в пяти километрах от шоссе Брянск-Орел, среди стройных сосен и могучих дубов, к 25-летию освобождения Брянска от немецко-фашистских захватчиков сооружен мемориальный комплекс "Партизанская поляна" - объект постоянного внимания туристов. Кроме того, на территории Деснянского ЛРР находится несколько мест проведения районных и областных туристических слетов.

Судостьский ЛРР (2) расположен в центре Брянской области. Он занимает левобережную часть долины р. Судость от её истока до южной границы Брянской области. Господствуют слабоволнистые и волнистые дренированные поверхности четвертых и третьих террас, сложенные мощными и среднemocными покровными суглинками, глинами и супесями. Преобладают дерново-слабо- и среднеподзолистые легкосуглинистые и супесчаные почвы, отчасти распахиваемые, отчасти занятые елово-широколиственными и сосново-мелколиственными лесами. На террасах нередко встречаются болота.

Судостьский ЛРР в целом благоприятен для развития рекреационных зон. Для лечения населения используются и местные минеральные воды: бромная рассольная (51,2 г/л), хлоридная натриево-кальциевая с дебитом скважины 0,6 л/с и маломинерализованная (2,7 г/л) сульфатная калициево-натриевая с дебитом скважины 0,3 л/с. Основными сдерживающими факторами рекреационного освоения территории являются слабое развитие транспортной сети и значительная заболоченность территории.

Ипутский ЛРР (3) находится на западе и северо-западе Брянской области. Это волнистые поверхности террас р. Ипуть, сложенные мощными песками и супесями с дерново-подзолистыми и подзолистыми песчаными и супесчаными почвами. Заняты они мелколиственно-сосновыми лесами с участием ели и широколиственных пород. Пойма преимущественно луговая или лугово-болотная. Рекреационное освоение территории невелико. Здесь сосредоточено 5 рекреационных учреждений и объектов. В будущем рекреационное значение района несколько возрастет, особенно в окрестностях г. Новозыбкова и г. Суража.

Солова-Сновский и Трубежско-Цатинский ЛРР (4,5) расположены в долинах рек Соловы, Снова, Цаты, Трубеж. Это наименее рекреационно освоенная часть ландшафтов аллювиально-зандровых равнин Брянской области. Здесь нет постоянно действующих рекреационных объектов, а из-за высокой степени распаханности террас и заболоченности пойм территория районов слабо используется и как зона кратковременного отдыха.

Группа ландшафтно-рекреационных районов ополей и предополей (II) приурочена к правобережью рек Десны, Судости, Вабли и Вары. Всем этим районам свойственны возвышенное положение, высокая эрозионная расчлененность, наличие лесов или покрова лессовидных и покровных суглинков, серых лесных легкосуглинистых почв. Характерная особенность Брянских ополей и предополей - их значительная, до 60-70% распаханность и небольшая, в пределах 10% лесистость. Общим для них является и распространение западных комплексов, среди которых преобладают осиново-ивовые и осоково-злаковые урочища.

Высокая степень сельскохозяйственной освоенности территории в сочетании с малой лесистостью и небольшим количеством водных объектов затрудняют рекреационное использование территории. Здесь сосредоточено всего 13,8% рекреационных объектов области, в которых одновременно может отдыхать чуть более 10 тыс. человек.

Несмотря на некоторую внешнюю однотипность ландшафтной структуры ополей и предополей, составляющие их ландшафтные комплексы более мелких рангов в каждом ополье и предополье неодинаковы. Учитывая также различную их насыщенность рекреационными объектами мы выделяем здесь пять ландшафтно-рекреационных районов.

Брянский ЛРР (6) включает в себя одноименное Брянское ополье, расположенное на высоком правобережье р. Десны и отделенное от среднерусской лесостепи полосой придеснянских зандров. Западная граница района проходит по рекам Угость и Столбянка, северная и северо-восточная - по Десне. Южная граница района проходит примерно по широте д. Бекшеево. В этих границах площадь Брянского ЛРР составляет 620 км.

На территории Брянского ополья, имеющего разнообразное сочетание ландшафтообразующих комплексов, сформировалась сложная ландшафтная структура. Её сложность обусловлена сильно расчлененным рельефом, наличием лессовидных суглинистых пород, а также близостью ополья к зональному северо-лесостепному ландшафту. Длительное действие эрозионных процессов определило общий характер ландшафтной структуры ополья. Здесь выделены плакорные, междуречные недренированные, склоновые, надпойменно-террасовые и пойменные местности.

Среди других ландшафтно-рекреационных районов ополей и предополей Брянский район наиболее рекреационно освоенный. На его территории находится 3 пионерских лагеря, 25 лагерей труда и отдыха, профилакторий, дом отдыха, лесопарк, где одновременно может отдыхать почти 10 тыс. человек.

Трубчевский ЛРР (7) расположен в пределах Трубчевского ополья, где преобладают те же местности, что и на территории Брянского ополья. Вместе с тем здесь довольно часто встречаются всхолмленные узкие сильно расчлененные междуречья. Повсеместно распространенные серые и светло-серые лесные суглинистые почвы в эродированных местностях сильно смыты. Распаханность ополья достигает 56,7%. Среди пашни на плоских междуречьях словно зеленые острова пестрят осиново-ивовые западины, часть из них заболочена. В придеснянской полосе очень много оврагов и балок. Высокая степень сельскохозяйственного освоения территории (80,7%), малое эстетическое и познавательное значение района нашло отражение в слабой степени "рекреационного использования территории.

Рекреационные потребности населения удовлетворяются только двумя лагерями труда и отдыха, да небольшими пляжами по берегам прудов.

Присудостьский ЛРР (8) находится в центре Брянской области. В ландшафтном отношении он соответствует Присудостьскому ополью и Тарасовскому предополью, где преобладают слабо волнистые междуречья со светло-серыми лесными и дерново-слабоподзолистыми легко-суглинистыми почвами. Распаханность района достигает 65%. Для междуречий характерны блюдцеобразные западины, частично распахиваемые, частично занятые небольшими болотцами. Рекреационный потенциал района невелик (имеется 3 лагеря труда и отдыха), есть условия в основном только для кратковременного отдыха.

Стародубский ЛРР (9) включает в себя территории Стародубского ополья и Задубеньевского преополья. Стародубское ополье находится в бассейне среднего течения Десны. Оно расположено на правом возвышенном берегу Судости, в междуречье рек Унеча и Вабля, Территория ополья представляет собой возвышенную безлесную равнину с абсолютными отметками около 200 м над уровнем моря. Здесь так же, как и во всех других опольях, наблюдается присущий данному ландшафту западинный микрорельеф.

Рекреационное освоение территории в Стародубском ЛРР незначительно, т.к. природные объекты, которые могли привлечь сюда туристов, спорадически рассеяны по всему району.

Вара-Судостьский ЛРР (10) находится на крайнем юге Погарского района и занимает ландшафт Вара-Судостьского ополья, лишь частично заходящего в пределы Брянской области. Ландшафт ополья сравнительно прост по-своему строению. Преобладают плоско-волнистые равнины с серыми и светло-серыми лесными почвами. Край сильно расчленен эрозией. Большая часть земель распахана. Вара-Судостьский ЛРР является малоперспективным в рекреационном отношении, здесь распространены только кратковременные виды отдыха.

Группа ландшафтно-рекреационных районов полесий и предполесий (Ш) занимает, преимущественно левобережье рек Десна, Судость, Ипуть, Беседь и др. Полесья и предполесья отличаются сложной ландшафтной структурой, что обусловлено большими различиями в глубине залегания и составе пород, подстилающих пески. Преобладают волнистые слабо дренированные междуречья, сложенные маломощны-

ми песками и супесями, отложенными водами московского ледника. Пески подстилаются днепровской мареной. Как и ополья, полесья и предполесья характеризуются обилием западин, но здесь преобладают западины более крупных размеров, как правило, не распахиваемые.

Полесья и предполесья пока слабо освоены человеком и заняты преимущественно мелколиственно-еловыми, мелколиственно-сосновыми и сосново-еловыми лесами, в которых изредка встречаются и широколиственные породы.

По различию в ландшафтной структуре и обеспеченности рекреационными объектами в пределах полесий и предполесий Брянской области было выделено девять ландшафтно-рекреационных районов.

Ветьма-Деснянский ЛРР (II) расположен на севере области. Он включает в себя Ивотское, Старьское и Дятьковское полесья. Полесья характеризуются сложной ландшафтной структурой, преобладают слабоволнистые междуречья. Здесь господствуют дерново-средне- и слабо-подзолистые песчаные и супесчаные почвы занятые елово-сосновыми лесами с участием мелколиственных и широколиственных пород.

Близость промышленных городов (Брянск, Дятьково, Фокино), густая транспортная сеть, наличие хорошо сохранившихся лесных массивов, обилие рек и озер способствовали высокой рекреационной освоенности района. Здесь сосредоточено 4 пионерских лагеря, 13 лагерей труда и отдыха, туристическая база, 3 пляжа, лесопарк, кроне того, для многих тысяч трудящихся района служит зоной кратковременного отдыха.

Наиболее крупным рекреационным объектом является лесопарк в окрестностях г. Дятьково, в котором одновременно могут отдыхать до 7 тыс. человек.

Ветьма-Деснянский ЛРР привлекает туристов не только красотами природы, но и богатым прошлым края. Здесь находятся старейшие Дятьковский хрустальный завод (1790 г.), Бытошский (1760 г.), Ивотский (1785 г.) и Старьский (1785 г.) стекольные заводы, каждый из которых имеет богатые народные музеи. В годы Великой Отечественной войны на территории края в тылу врага был создан партизанский район.

Карачево-Навлинский ЛРР (12) расположен на междуречьях Болвы, Снежети, Ревны и Навли, к востоку от долины р. Десны. Он включает Карачевское и Клюковниковское полесья. Здесь преобладает местности слабоволнистых междуречий, сложенных песками и супесями, с дерново- средне- и слабо-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами. Хорошо дренируемые участки освоены под земледелие, а пониженные и заболоченные местности заняты сосновыми борами и елово-сосновыми лесами с участием мелколиственных и широколиственных пород деревьев.

На территории Карачево-Навлинского ЛРР находятся 2 пионерских лагеря на 620 мест, 3 лагеря труда и отдыха, 2 пляжа и 3 крупных лесопарка, с разовой рекреационной нагрузкой более 12 тыс. человек. Реки Снежать, Ревна и Навля используются для водного туризма. Район является перспективным в рекреационном плане. Здесь сосредоточены хорошо сохранившиеся лесные массивы, много привлекательных водных объектов, имеются объекты, связанные с историческим прошлым края, партизанским движением и т.д. Основные трудности, связанные с рекреационным освоением, - это рассредоточенность населения, отсутствие хороших дорог и слабая благоустроенность мест отдыха и туризма.

Территория, расположенная в междуречье Навли и Неруссы, относится к Нерусса-Кокоревскому ЛРР (13). В него входят Кокоревское и Холмечское полесья. В по-

лесьях преобладают лесистые волнистые междуречья, сложенные песками и супесями средней мощности, подстилаемыми мергелями и опокой. Почвы преимущественно песчаные подзолистые и дерново-подзолистые. Они заняты мелколиственно-сосновыми и сосново-еловыми лесами с участием дуба. Среди лесов на плоских междуречьях встречаются верховые и переходные болота. Наиболее дренированные местности междуречий распаиваются. Район не является зоной активного отдыха и туризма. Здесь расположено всего 3 лагеря труда и отдыха, имеются места для рыбной ловли и охоты.

Суземский ЛРР (14) охватывает территорию Суземского предполесья. Оно расположено в переходной полосе от лесостепных эрозионно-лессовых возвышенных равнин к ландшафтам аллювиально-зандровым. Однако в нем доминируют местности полесского типа. Это плоские и слабоволнистые равнины, занятые елово-сосновыми лесами, сосновыми борами с участием лиственных пород деревьев. В рекреационном отношении территория используется как зона кратковременного отдыха: сбор ягод, грибов, охота, пешие и лыжные прогулки.

Надвинско-Ипутский ЛРР (15) расположен на северо-западе области, по обе стороны верхнего течения р. Ипуть. Он включает в себя Клетнянское и Струженское полесья. Здесь преобладают лесистые волнистые слабодренированные междуречья и их краевые наклонные равнины. Они сложены маломощными и среднемощными песками и супесями, которые подстилаются моренными суглинками. Почвы дерново-подзолистые песчаные и супесчаные, распаиваемы. Однако значительные территории полесий заняты лесистыми местностями. В целом район является перспективным для развития туризма и зон отдыха. Всего же на территории Надвинско-Ипутского ЛРР размещено 8 рекреационных объектов: пионерский лагерь, 5 лагерей труда и отдыха, пляж и лесопарк.

Унечско-Ипутский ЛРР (16) расположен на западе области, по обе стороны р. Унечи. Состоит он из ландшафта Унечского полесья. Как и в других полесьях здесь преобладают лесистые слабоволнистые междуречья, сложенные песками и супесями с дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами. Распаиваются главным образом хорошо дренированные краевые наклонные равнины, отчасти террасы. Район рекреационно хорошо освоен. Здесь сосредоточены 7 пионерских лагерей (в том числе "Орленок" на 320 мест), 6 лагерей труда и отдыха, санаторий "Затишье" на 250 мест. На территории санатория скважиной вскрыты среднеминерализованные (5,2 г/л) хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые и бромные рассольные (47,4 г/л) хлоридные натриевые воды. Дебит двух скважин равен 3,2 л/сек.

Солова-Ваблинский ЛРР (17) расположен на юге области к западу от р. Судость. Он состоит из Демьянковского и Гриневского предполесий, представляющих собой переходную полосу между Стародубским и Вара-Судостьским опольями. Поэтому территории присущи черты, как полесий, так и ополей. Здесь преобладают краевые наклонные равнины междуречий, сложенные супесями и песками, под которыми залегают моренные суглинки. Почвы дерново-подзолистые супесчаные. Они используются под пашню.

Лесистые местности менее характерны для этого ландшафта. Как правило, это непригодные для распашки территории, которые имеют песчаные почвы с избыточной увлажненностью.

В рекреационном отношении территории Солова-Ваблинского ЛРР используется очень слабо. Преобладают различные виды кратковременного отдыха, да проложен один местный туристический маршрут Стародуб-Понуровка, на родину декабриста А.М. Миклашевского.

Сновско-Ипутский ЛРР (18) расположен на юго-западе области, на междуречье Снова и Ипути и состоит из Соловьевского предполесья и Злынковского полесья. Территория района занята преимущественно лесистыми слабоволнистыми междуречьями, сложенными песками и супесями, с дерново-подзолистыми и подзолистыми песчаными и супесчаными почвами. На них произрастают елово-сосновые леса, сосновые боры и сосново-еловые леса с участием лиственных пород деревьев. Распаханы в основном хорошо дренированные краевые наклонные поверхности междуречий.

Наличие хороших лесных массивов, рек, других интересных объектов природы способствовало организации на территории района 3 пионерских лагерей на 410 мест, санатория и профилактория, зон кратковременного отдыха.

Беседьско-Ипутский ЛРР (19) располагается на западе Брянщины, между реками Беседь и Ипуть в области распространения флювиогляциальных отложений. Район состоит из Перетинского предполесья, где преобладают безлесные местности краевых наклонных равнин междуречий. Много здесь плоских, относительно пониженных слабо-дренированных территорий, которые заняты закустаренными злаково-осоково-разнотравными лугами.

Благоприятные природные условия, живописные ландшафты в окрестностях р.п. Красная Гора делают Беседьско-Ипутский ЛРР благоприятным для создания сети рекреационных объектов. Однако вследствие значительной удаленности от крупных населенных пунктов, слабо развитой транспортной сети рекреационные ресурсы района осваиваются медленно. Здесь находятся только 3 пионерских лагеря, дом отдыха да небольшие зоны для кратковременного отдыха.

Группа ландшафтно-рекреационных районов моренных, водноледниковых и зандровых равнин (IV) характеризуется преобладанием возвышенных пологоволнистых равнин, перекрытых покровными суглинками к супесями; Поверхность равнин имеет значительное эрозионное расчленение, на междуречьях распространены неглубокие суффозионные западины. Почвы здесь дерново-подзолистые песчано-легкосуглинистые и преимущественно распахиваемые. Встречаются небольшие участки лесов хвойно-широколиственных пород.

Ландшафты моренных, водноледниковых и зандровых равнин обладает значительными рекреационными возможностями. Чередование открытых, залесенных и водных пространств придает особое своеобразие ландшафту. Здесь сосредоточено 20,8% рекреационных объектов Брянской области, в том числе 5 пионерских лагерей, 42 лагеря труда и отдыха, санаторий 5 туристических баз и домов отдыха, 3 благоустроенных пляжа. Одновременно на их территории может отдыхать более 4 тыс. человек.

Различия в ландшафтной структуре и обеспеченности рекреационными объектами позволило среди ландшафтов моренных, водноледниковых и зандровых равнин выделить восемь ландшафтно-рекреационных районов.

Деснянско-Сещинский ЛРР (20) расположен на севере области по правому берегу р. Десны, преимущественно в пределах ландшафта водно-ледниковых суглинистых равнин. Здесь преобладают местности слабоволнистых и пологонаклонных дренированных междуречий. Эрозионное расчленение территории сравнительно невели-

ко. Почвы дерново-слабо- и среднеподзолистые легкосуглинистые на покровных суглинках. Территория сильно распахана (более 60,0%), тем не менее здесь имеется пионерский лагерь, 11 лагерей труда и отдыха, санаторий "Трехбратский" на 150 мест, три пляжа на 300 мест. Район является перспективным для развития рекреационной сети, так рядом с ним на реке Десна, создается Владимирское водохранилище. В зоне водохранилища планируется построить дон отдыха на 700 мест, пансионат на 700 мест, туристическую базу на 300 мест, дом рыбака на 50 мест. Все это будет способствовать развитию рекреационных объектов и на территории соседнего Деснянско-Сещинского ЛРР.

Мглинский ЛРР (21) расположен на западе области в пределах ландшафта водноледниковых суглинистых равнин. Это пологоволнистые и пологонаклонные дренированные междуречья, сложенные мощными покровными суглинками. Широко здесь развиты и плоские, относительно пониженные слабодренированные междуречья. Территория используется под пашню и злаково-разнотравные луга. Очень редко встречаются лесистые местности. Для ландшафта характерны мелкие западинные комплексы, занятые небольшими болотцами или закустаренным лугом.

Отсутствие примечательных объектов природы, незначительное количество историко-архитектурных памятников резко ограничивает рекреационные возможности района. Здесь имеется только 4 лагеря труда и отдыха на 210 мест, да небольшие зоны для кратковременного отдыха.

Иржач-Ипутьский ЛРР (22) также расположен на западе Брянской области. Территория его имеет сложную ландшафтную структуру и занимает промежуточное положение между ландшафтами предполесий и типичных полесей. Поверхностные отложения отличаются пестротой. Преобладают безлесные распахиваемые слабоволнистые дренированные междуречья, сложенные маломощными лессовидными суглинками и супесями. Их подстилают большей частью флювиогляциальные пески, залегающие в основном на моренных суглинках.

Рекреационное использование территории района незначительное. Имеется один пионерский лагерь на 165 мест и один лагерь труда и отдыха на 30 мест.

Беседьский ЛРР (23) расположен на западе области и представляет собой территорию моренной и водноледниковой равнины. Преобладают безлесные распахиваемые слабоволнистые и волнисто-холмистые дренированные междуречья, сложенные маломощными покровными суглинками и супесями.

В рекреационном отношении территория используется как зона кратковременного отдыха.

Вихолковско-Яловский ЛРР (24) располагается между реками Беседь и Ипуть в области распространения московских флювиогляциальных отложений. Это моренно-зандровые краевые наклонные равнины междуречий, сложенные среднетощными песками и супесями. Территория района преимущественно распахиваемая, слабодренированные междуречья иногда заняты мелколиственно-сосновыми и сосново-еловыми лесами.

Вихолковско-Яловский ЛРР обладает значительными рекреационными ресурсами. Здесь сосредоточено три пионерских лагеря, 4 лагеря труда и отдыха, дом отдыха и кемпинг. На территории этих объектов одновременно может отдыхать более 800 человек.

Ирпа-Сновский ЛРР (25) расположен на юго-западе области в пределах ландшафтов моренно-зандровых и отчасти водноледниковых равнин. Большие пространства района занимают краевые наклонные поверхности междуречий, сложенные песками и супесями, которые подстилаются моренными суглинками. Эти равнины хорошо дренируются и используются в основном под пашни. Там где морена выходит на поверхность рельеф приобретает волнисто-холмистый характер, менее дренированные участки заняты большей частью мелколиственно-еловыми или сосново-еловыми лесами.

Рекреационные потребности населения удовлетворяют 12 лагерей труда и отдыха, три дома отдыха (в т.ч. д/о "Вьюнки"). На территории д/о "Вьюнки" пробурено четыре скважины, дающих среднеминерализованную (5,8-6,4 г/л) сульфатно-хлоридную кальциево-натриевую и бромную высокоминерализованную (16,7-36,2 г/л) хлоридную кальциево-натриевую воду. Общий дебит скважин равен 10,0 л/с. Наличие минеральных вод делает район перспективным для развития санаторно-курортных зон.

Рожковско-Судостьский ЛРР (26) расположен в центральной части области, по левому берегу верхнего течения р. Судость. Его территория относится к ландшафтам водноледниковых суглинистых равнин, сложенных покровными суглинками и супесями. На территории господствуют дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, используемые под пашню. В пределах района имеются ландшафты, занимающие как бы промежуточное положение между ландшафтами суглинистых и аллювиально-зандровых равнин. Эти местности заняты елово-мелколиственными лесами со значительной примесью широколиственных пород.

Рекреационное освоение территории незначительно, имеется всего 4 лагеря труда и отдыха на 140 мест, да небольшие зоны для кратковременного отдыха.

Навлинский ЛРР (27) расположен на правобережье р. Навля. Здесь преобладают слабоволнистые междуречья водноледниковых суглинистых равнин. Это сравнительно слабо расчлененные пространства, но хорошо дренированные, с дерново-средне- и слабоподзолистыми легкосуглинистыми почвами; почти сплошь распаханые. Дубово-мелколиственные леса сохранились небольшими островками в наименее удобных для земледелия и сильно расчлененных местах.

Территория Навлинского ЛРР слабо насыщена рекреационными объектами: имеется 6 лагерей труда и отдыха на 400 мест. Участки лесов служат местом кратковременного отдыха.

Брянский лесостепной ландшафтно-рекреационный округ (ЛРО) лежит на крайнем востоке и юго-востоке области (Севский, Комаричский, Брасовский и от части Карачевский административные районы). Общие природные особенности округа обусловлены его северолесостепным положением. В целом для ЛРО характерна невысокая эстетическая и познавательная привлекательность: сосредоточено всего 6,6% рекреационных объектов области. В основном это пионерские лагеря (2,0%) к лагеря труда и отдыха (12,2%).

Брянский лесостепной ландшафтно-рекреационный округ

Данный округ состоит из одной группы ЛРР – группы эрозионно-лессовых возвышенных равнин (V). Здесь господствуют, с одной стороны, плоские и слабоволнистые междуречья, сложенные лессовидными суглинками, с темно-серыми лесными легко- и среднесуглинистыми почвами, преимущественно распаханными. С другой стороны это

волнисто-увалистые, сильно расчлененные балками и оврагами междуречные пространства. Их основа - лессовидные суглинки со светло-серыми и серыми лесными легко- и среднесуглинистыми почвами, эродированными на поверхности склонов.

Ландшафтная неоднородность территории ЛРО и различная степень насыщенности его рекреационными объектами позволило выделить здесь два ландшафтно-рекреационных района: Навлинско-Снежетьский и Севско-Усожский.

Навлинско-Снежетьский ЛРР (28) расположен на востоке области в пределах внеледниковых лессовых возвышенных равнин. Для них характерны плосковолнистые дренированные междуречья, сложенные мощными лессами, на которых сформировались серые лесные почвы. Территория района интенсивно распахана (более 65%), лесистость очень мала, что снижает её эстетическое достоинство. Здесь имеется всего лишь один пионерский лагерь на 120 мест и 9 лагерей труда и отдыха на 470 мест. В перспективе развитие рекреационных объектов в районе не получит заметных сдвигов к их увеличению.

Севско-Усожский ЛРР (29) лежит на крайней юго-востоке области. Преобладают те же, что и в Навлинско-Снежетьском ЛРР пологоволнистые междуречья с серыми лесными почвами, имеются пятна оподзоленных черноземов, шире распространены темно-серые лесные почвы. Лесистость территории еще меньше, а распаханность выше (до 70-75%). В пределах района расположено 8 лагерей труда и отдыха вместимостью 525 человек, да небольшие зоны для кратковременного отдыха. С севера на юг район пересекает местный туристический маршрут Брянск-Навля-Брасово-Локоть-Севск-Воскресеновка. Этот маршрут знакомит туристов с древним городом Севском (1146 г.), где много мест связанных с героическим прошлым края, с его памятниками архитектуры (XVII в.). "Городищем" - местом возникновения города, «Земляными валами» - остатками деревянной крепости XVII в. и т.д.

3. Общая площадь сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) области 171264 га (рис. 10).

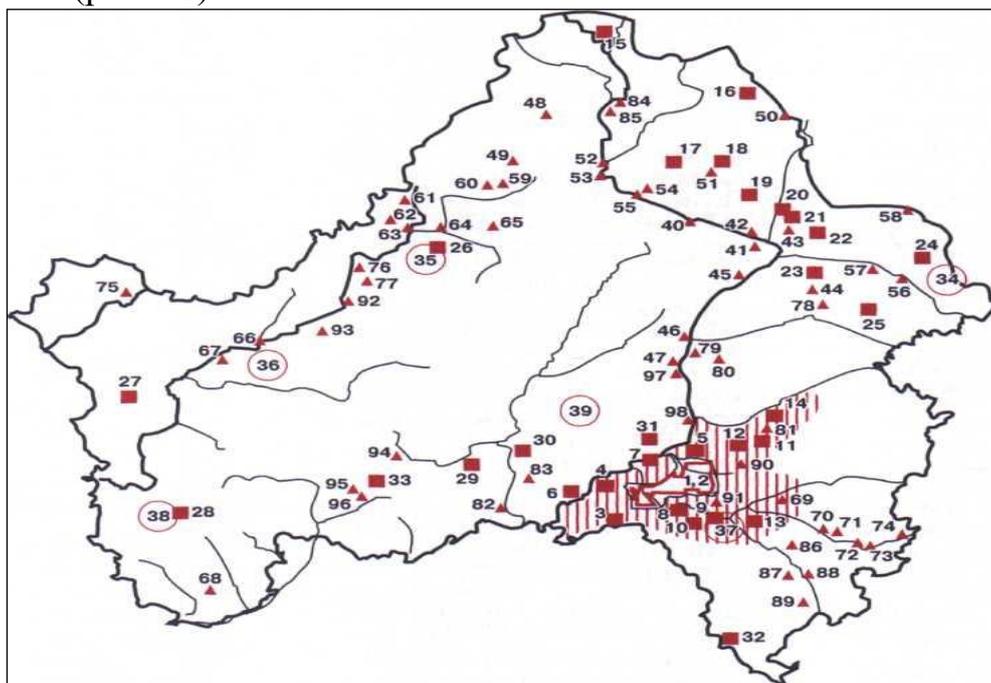


Рисунок 10 – Особо охраняемые природные территории области (цифрами на карте обозначены особо охраняемые природные территории различного статуса)

4. Оценка антропогенной нарушенности природных комплексов – неотъемлемая часть деятельности в ОВОС, которая позволяет рационально достоверно организовать деятельность по прогнозированию ситуации в месте проектируемого объекта.

Процесс оценки экологического состояния территории разделяется на ряд этапов. На первом этапе выделяют конкретные пространственные геосистемы. Основой для этого может служить *естественная гидрографическая сеть, являющаяся экологическим каркасом прилегающих к ней территории*, её становым хребтом.

На втором этапе проводят оценку антропогенной нагрузки, определяемой *по структуре видов использования земель*, выраженной в виде интегрального показателя нарушенности территории $I_H = \Sigma(R*S)/\Sigma S$ (где R – ранг антропогенной нарушенности земель, S – площадь земель), наилучшим образом отражающего глубину преобразования природной основы ландшафта. Ниже приведена система экологического ранжирования земель по виду их использования человеком.

Вид использования земель	Ранг нарушенности
Неиспользуемые земли, включая резервные леса и заповедники	0
Защитные леса, заказники	1
Национальные парки, памятники природы, леса зеленых зон	2
Леса II группы	3
Интенсивно разрабатываемые леса III группы	4
Луга, сенокосы, пастбища (естественные и культурные)	5
Объекты интенсивной рекреации	6
Сады и индивидуальные садово-огородные участки	7
Интенсивно обрабатываемые пахотные земли	8
Возделываемые земли с осушительными системами	9
Возделываемые земли с оросительными системами	10
Сельская и пригородная усадебная застройка	11
Железные и автомобильные дороги, включая полосы отчуждения	12
Водохранилища и пруды	13
Малопромышленные города и рабочие поселки городского типа	14
Зоны разработок минерального сырья	15
Свалки бытовых отходов	16
Индустриальные центры металлургического производства	17
Индустриальные центры химического производства	18
Индустриальные центры горнообогатительного производства	19
Полигоны промышленных и радиоактивных отходов	20

Современные геозкосистемы в пределах каждой природной территориальной единицы можно разбить на пять основных типов по степени их антропогенного преобразования (табл. 19).

Таблица 19 – Основные типы современных геозкосистем в пределах лесной зоны России

Мощность антропогенного воздействия	Средний балл интегрального показателя нарушенности	Тип геозкосистемы
Незначительная	0 – 4,0	Условно коренной неэксплуатируемый
Слабая	4,1 – 7,0	Лесохозяйственный
Средняя	7,1 – 10,0	Аграрно-лесохозяйственный
Сильная	10,1 – 13,0	Индустриально-аграрный
Очень сильная	Более 13	Индустриальный

На третьем этапе для каждой из выделенных пространственных единиц определяют набор конкретных показателей, которые характеризуют экологическое состояние данной территории по следующим группам изменения компонентов геосоцио-экосистем: загрязнение атмосферы (химическое, механическое, тепловое, шумовое, электромагнитное и др.); истощение запасов пресных вод; загрязнение вод; деградация естественных кормовых угодий (пастбищ); истощение рыбных ресурсов; истощение промысловой фауны; истощение промысловой флоры; снижение уровня биологического разнообразия во всех его формах; утрата продуктивных земель в результате застройки территории; утрата продуктивных земель в результате подтопления, заболачивания и создания водохранилищ; понижение естественного плодородия почв (дегумификация); эрозия почв; дефляция почв (иссушение и развевание); вторичное засоление почв; загрязнение почв; разрушение берегов водоемов (абразия); снижение уровня лесистости (перерубы лесов); деградация лесных массивов; антропогенно обусловленное ускорение карстовых процессов; нарушение мерзлотного режима почвогрунтов; истощение недр; снижение и потеря природно-рекреационных качеств ландшафта; радиоактивное загрязнение территории.

Такой подход дает возможность выделить наиболее уязвимые компоненты экосистем и те сферы деятельности человека, которые наносят наибольший вред или создают угрозу среде, наметить пути их исправления или предотвращения.

Эти закономерности лучше всего выявить при анализе картографических материалов, которые фиксируют пространственное распределение интегральных экологических показателей. Наиболее важными среди карт являются:

- 1) интегральная карта типов природных ландшафтов, или карта природно-ландшафтной дифференциации территории;
- 2) карта современного использования земель;
- 3) карта плотности населения.

Представление об уровне антропогенной нагрузки на природные комплексы, оцененное только по структуре видов использования земель, будет недостаточно полным. Необходимо также принимать во внимание и само присутствие человека на территории, плотность постоянно проживающего населения. Анализ связи этого показателя и вида использования земель, проведенный непосредственно по картографическим материалам, дает возможность не только установить уровень общей антропогенной нагрузки на отдельных территориях, но и *выделить пространственные ядра экологических ситуаций различной остроты*. Для оценки антропогенной нагрузки разработана специальная таблица с двумя входными параметрами, имеющими определенный экологический смысл (табл. 20). Так, виды использования земель разделены на четыре крупные группы, принципиально различающиеся по форме и силе антропогенного воздействия на природу. Это *неиспользуемые земли, естественные угодья, возделываемые и застроенные земли, которые можно идентифицировать как типы геосистем*.

Таблица 20 – Балльная оценка общей антропогенной нагрузки на территорию

Основные группы использования земель	Баллы нагрузки в зависимости от плотности населения, чел./км ²			
	менее 1	до 200	200-1000	более 1000
Неиспользуемые земли	0	1	2	3
Земли, используемые как естественные угодья	1	2	3	4

Возделываемые земли	2	3	4	5
Застроенные земли	3	4	5	6
Индустриальные территории	4	5	6	7

Примечание: уровень общей антропогенной нагрузки (в баллах): до 2 – ничтожный, 2 – очень низкий, 3 – низкий, 4 – средний, 5 – высокий, 6 – очень высокий, 7 – наивысший.

Плотность населения также может быть разбита на четыре основные градации. Плотность населения менее 1 чел./км² соответствует территориям «пионерного освоения», на которых преобладают природные процессы. Плотность населения, достигающая 200 чел./км², считается критической с точки зрения изменений биоты природного ландшафта. Плотность населения, превышающая 1000 чел./км² определяется как граница городской, застроенной территории, где естественные процессы протекают в сильно видоизмененном и подавленном виде. Общая антропогенная нагрузка определяется как сумма баллов оценки группы использования земель и плотности населения. Экспертным путем устанавливаются семь основных уровней антропогенной нагрузки: *ничтожный, очень низкий, низкий, средний, высокий, очень высокий, наивысший*. Используя такую шкалу для определения уровня общей антропогенной нагрузки, следует иметь в виду, что все теоретически возможные комбинации двух факторов, определяющие антропогенную нагрузку, в реальности не существуют. Выделяемые виды использования земель хотя и являются основным фактором формирования антропогенной нагрузки, прямой связи с уровнем последней они могут и не иметь. Плотность населения, определенным образом коррелирующая с видами использования земель, вводится в матрицу в качестве поправочного показателя, способного сделать определение антропогенной нагрузки более точным.

Задания для внеаудиторной работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Используя Атлас Брянской области, составьте фрагмент карты расселенческой освоенности любых территорий Брянской области. Для этого самостоятельно выберите диаметр плавающего диска и определите с его помощью территории с высокой плотностью населения.
3. Определите принадлежность рекреационных ландшафтов «рабочей» территории к основным ландшафтно-рекреационным группам. Опишите эти группы.
4. Опишите устойчивость ценозов территорий к различным видам антропогенной нагрузки. По карте ООПТ Брянской области выясните месторасположение ООПТ района и нанесите их на карту. Определите плотность радиоактивного загрязнения района по карте (рисунок 11).
5. Сделайте выводы о направлениях развития использования рекреационных ресурсов местности, о влиянии урбанизации как о лимитирующем факторе.
6. Выберите любой район Брянской области и по вышеописанной методике определите степень экологической освоенности территории. Сделайте вывод о наличии на обследуемой территории геосистем различного ранга.

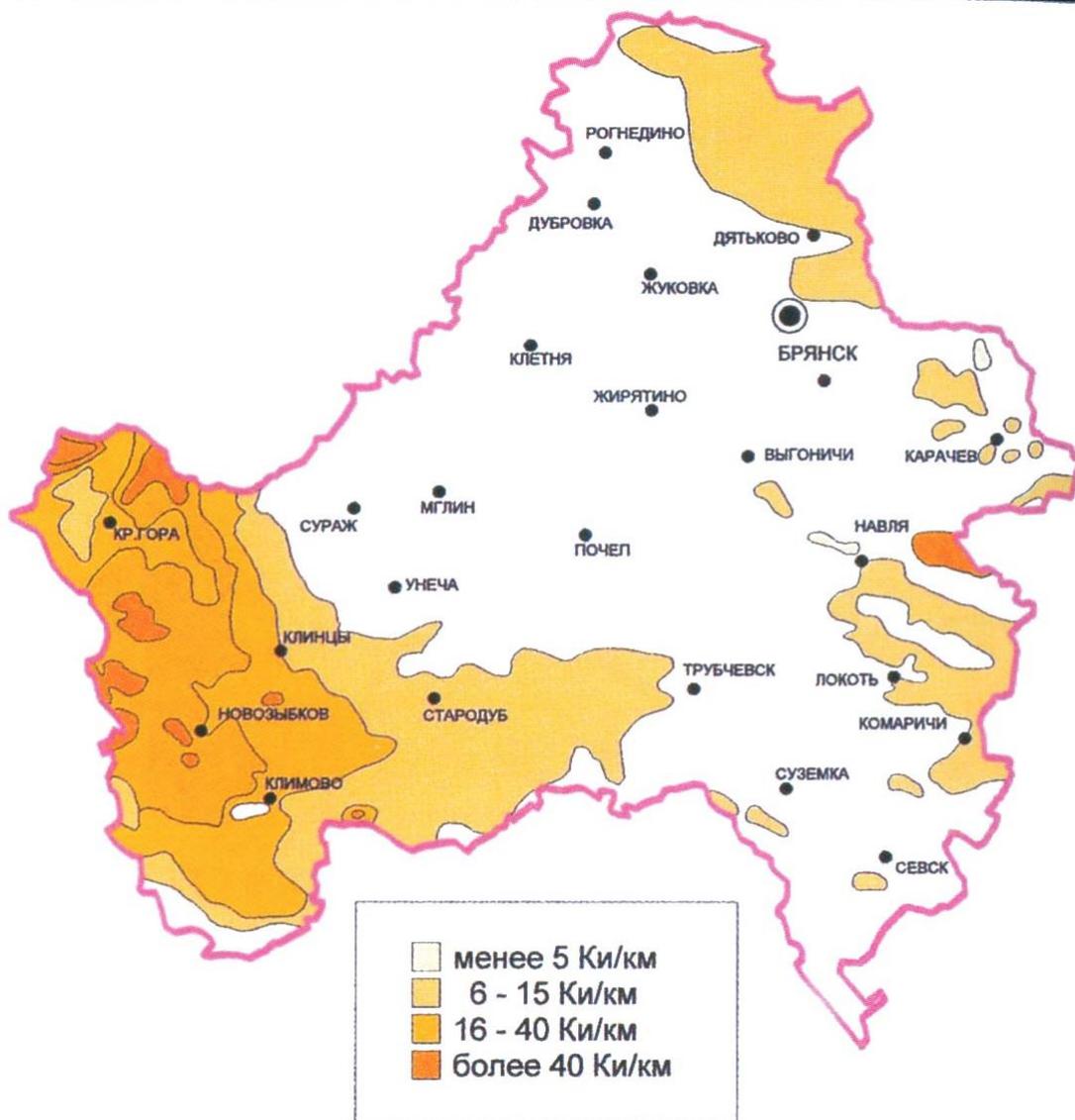


Рисунок 21 – Карта плотности радиоактивного загрязнения Брянской области

Занятие № 7

Тема: Оценка результатов медико-экологического мониторинга территорий при осуществлении ОВОС

Цель: оценить блок «медико-социальная ситуация» в ОВОС для проекта ЗВОС и собственно ЗВОС.

Задания для аудиторной работы:

1. Рассмотрите основные данные медико-гигиенического мониторинга районов Брянской области (таблицы 21-26).
2. Проведите ранжирование территории районов по важнейшим медико-демографическим показателям (общим показателям рождаемости, смертности, младенческой смертности, числу заболеваний среди детского, подросткового и взрослого населения).
3. Выявите наиболее неблагополучные территории. Опишите их по показателям, сравните с данными по РФ. Наблюдаются ли динамические явления в медико-демографических показателях районов области?

4. Отрадите на карте ситуацию по данным медико-экологического мониторинга. Осуществите ранжирование и графически отразите ситуацию по комплексным показателям:

А) низкая рождаемость, высокая смертность, низкая младенческая смертность и средняя общая заболеваемость

Б) низкая рождаемость, высокая смертность, низкая младенческая смертность и высокая общая заболеваемость

В) низкая рождаемость, высокая смертность, средняя младенческая смертность и средняя общая заболеваемость

Г) низкая рождаемость, высокая смертность, средняя младенческая смертность и высокая общая заболеваемость

Д) низкая рождаемость, высокая смертность, высокая младенческая смертность и высокая общая заболеваемость

Используйте *интервальные показатели* при оценке показателей медико-экологического мониторинга:

А) низкая рождаемость при величинах от 0 до 15 родившихся на 1000 населения, средняя – 15 – 25, высокая – больше 25. Такое же деление предусматривается для величин младенческой смертности.

Б) смертность взрослого населения: низкий уровень – до 9, средний – 9-15 и высокий – более 15.

В) показатели общей заболеваемости населения: низкие при уровне от 0 до 868 случаев на 10000 населения, средней – от 869 до 1737 и высокие – от 1738.

По дополнительным источникам введите дополнительные данные по районам.

Таблица 21 – Показатель рождаемости населения по Брянской области

№ п/п	Территория	На 1000 населения				
		2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1	Брасовский	9,8	8,9	8,2	8,7	8,5
2	Брянский	8,6	10,4	10,8	10,2	11,1
3	Выгоничский	7,1	8,4	8,1	7,5	8,0
4	Гордеевский	10,5	8,3	7,3	9,9	8,4
5	Дубровский	8,2	9,3	8,6	6,9	9,4
6	Дятьковский	10,1	10,2	10,9	9,9	10,2
7	Жирятинский	7,1	10,1	8,7	7,8	8,5
8	Жуковский	8,7	10,0	8,6	9,2	9,3
9	Злынковский	10,3	9,0	9,8	8,0	8,0
10	Карачевский	7,9	8,9	8,5	8,1	8,0
11	Клетнянский	9,1	9,4	7,9	7,8	7,8
12	Климовский	8,4	8,4	8,7	8,9	7,9
13	Клинцовский	10,8	9,7	8,8	9,0	10,4
14	Комаричский	9,0	8,3	9,0	7,4	8,3
15	Красногорский	7,6	7,5	8,3	6,9	6,3
16	Мглинский	7,9	7,5	8,4	7,2	8,5
17	Навлинский	8,4	10,0	10,3	9,4	10,2
18	Новозыбковский	9,6	10,2	10,7	9,8	9,6
19	Погарский	7,6	7,0	7,7	8,2	8,7
20	Почепский	8,3	7,9	8,7	7,6	7,7
21	Рогнединский	7,3	8,7	7,9	8,4	8,1

Продолжение таблицы 21

22	Севский	7,1	7,2	9,1	9,1	8,5
23	Стародубский	8,3	7,9	8,3	8,3	8,9
24	Суземский	8,5	8,3	8,4	8,9	8,4
25	Суражский	8,7	10,2	9,8	8,9	8,6
26	Трубчевский	7,3	7,3	6,9	7,3	7,2
27	Унечский	8,3	9,2	8,9	9,0	8,9
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		8,5	9,0	9,2	9,0	9,1
ПО РФ		9,8	10,3	10,4	10,2	

Таблица 22 – Показатели смертности населения по Брянской области

№ п/п	Территория	На 1000 населения				
		2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1	Брасовский	23,2	21,6	22,6	21,9	19,7
2	Брянский	19,2	19,4	19,3	19,5	18,0
3	Выгоничский	18,4	18,7	19,0	18,4	19,1
4	Гордеевский	20,1	17,8	20,5	23,7	21,6
5	Дубровский	23,5	23,5	20,9	20,7	17,7
6	Дятьковский	19,7	18,3	18,4	18,8	18,8
7	Жирятинский	21,0	18,8	21,2	20,0	22,3
8	Жуковский	22,1	21,8	18,4	21,9	20,1
9	Злынковский	21,9	24,4	24,8	23,5	20,8
10	Карачевский	19,2	20,1	20,6	21,6	20,7
11	Клетнянский	19,3	20,7	21,3	21,7	18,3
12	Климовский	21,8	21,9	21,8	24,4	23,1
13	Клинцовский	28,4	27,9	26,2	30,1	27,1
14	Комаричский	22,5	21,6	20,3	22,4	18,2
15	Красногорский	19,6	22,4	20,6	24,6	22,5
16	Мглинский	18,9	19,3	20,3	18,7	18,2
17	Навлинский	22,6	22,8	22,9	22,8	21,7
18	Новозыбковский	19,0	18,0	17,4	18,6	17,3
19	Погарский	21,3	22,2	22,3	24,2	24,1
20	Почепский	20,7	20,6	21,1	22,8	21,6
21	Рогнединский	27,0	25,9	24,1	21,9	22,7
22	Севский	20,3	20,5	21,8	21,0	19,9
23	Стародубский	22,9	22,7	23,4	24,6	23,0
24	Суземский	23,9	25,1	26,4	27,5	25,0
25	Суражский	21,6	19,9	21,5	22,5	22,1
26	Трубчевский	21,7	20,6	20,7	22,2	21,2
27	Унечский	18,2	18,6	19,6	20,3	19,5
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		18,8	18,8	19,0	19,7	18,5
ПО РФ		16,3	16,5	16,0	16,1	

Таблица 23 – Показатели младенческой смертности по Брянской области

№ п/п	Территория	На 1000 населения				
		2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1	Брасовский	8,7	13,3	14,6	19,6	10,0
2	Брянский	4,5	17,5	14,1	10,8	6,9
3	Выгоничский	6,1	10,4	5,2	11,3	
4	Гордеевский	28,6	24,6	76,9	32,8	17,1
5	Дубровский	18,4	5,7	15,8	29,9	10,8
6	Дятьковский	8,9	17,0	4,7	6,2	1,5
7	Жирятинский	15,4	13,0			15,2
8	Жуковский	13,6	2,9	14,5	8,6	5,6
9	Злынковский	20,7	15,0	7,5	25,4	
10	Карачевский	19,7	5,9	9,1	3,3	13,7
11	Клетнянский	30,6	9,4	10,7	11,7	
12	Климовский	16,2	19,7	6,7	17,0	
13	Клинцовский	29,5	17,3	19,4	10,1	9,6
14	Комаричский	32,3	23,7	11,6	19,4	25,8
15	Красногорский	14,2	14,8	29,4	8,4	9,8
16	Мглинский	22,1	17,0	22,2	12,1	5,8
17	Навлинский	15,9	14,2	3,3	17,7	14,0
18	Новозыбковский	14,7	15,7	6,7	14,0	7,4
19	Погарский	3,6	15,3	26,6	21,7	7,1
20	Почепский	22,6	12,9	12,7	8,2	20,1
21	Рогнединский	15,9	24,0		28,8	
22	Севский	13,3	14,1	19,0	6,0	6,3
23	Стародубский	18,1	10,9	27,7	11,1	13,6
24	Суземский	29,8		18,6	6,0	31,6
25	Суражский	24,4	22,0	22,3	8,2	8,8
26	Трубчевский	20,0	26,4	17,4		
27	Унечский	7,6	9,4	11,9	9,8	
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		14,8	13,2	11,9	12,0	8,1
ПО РФ		13,3	12,4	11,6	11,0	

Таблица 24 – Общее число зарегистрированных заболеваний у детей по Брянской области

№ п/п	Территория	Года				
		2002	2003	2004	2005	2006
1	Брасовский	1346,6	1433,8	1474,4	1274,2	1435,2
2	Брянский	1499,2	1549,7	1409,3	1614,8	1784,3
3	Выгоничский	1872,3	1776,9	2049,8	1990,3	2032,0
4	Гордеевский	2986,2	3162,2	3384,5	2159,4	2163,7
5	Дубровский	1264,0	1103,2	1195,2	1268,6	1288,4
6	Дятьковский	2630,6	2562,3	3054,2	3097,3	2452,6
7	Жирятинский	820,9	653,0	1375,7	1681,9	1993,6
8	Жуковский	1555,3	1433,4	1301,6	1325,3	1274,0
9	Злынковский	2931,2	2493,3	2519,8	2312,4	2362,5
10	Карачевский	1699,2	1454,5	1333,5	1469,0	1643,3
11	Клетнянский	1088,4	1202,5	1382,7	1507,2	1696,5
12	Климовский	2065,2	1969,3	2019,2	1728,5	1876,9
13	Клинцовский	1052,1	1933,9	1709,4	1902,5	1982,5

Продолжение таблицы 24

14	Комаричский	1112,1	1080,1	1121,0	1204,1	1179,6
15	Красногорский	2351,8	1846,5	2220,6	2420,6	2291,5
16	Мглинский	780,1	848,9	1039,4	1593,8	1830,2
17	Навлинский	1626,7	1639,1	1791,8	2440,3	2920,0
18	Новозыбковский	2747,9	2465,9	3142,5	3246,1	3466,3
19	Погарский	1660,2	1391,2	1553,8	1750,6	2076,0
20	Почепский	1465,4	1447,9	1466,1	1786,0	1846,3
21	Рогнединский	1364,5	1474,8	1585,4	1596,1	1579,7
22	Севский	1088,3	1139,1	1226,8	1231,7	1277,7
23	Стародубский	1677,7	1673,1	1717,7	1820,1	1977,7
24	Суземский	1025,7	1165,3	988,4	1512,2	1368,1
25	Суражский	1199,6	1074,0	985,4	1177,2	986,6
26	Трубчевский	1724,4	1630,4	2167,4	2335,7	3073,7
27	Унечский	1483,1	1578,3	1605,1	2020,5	2517,7
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		1889,1	1869,2	2013,7	2130,5	2227,9
ПО РФ		2071,9	2084,4	2103,0	2151,3	

Таблица 25 – Общее число зарегистрированных заболеваний у подростков по Брянской области

№ п/п	Территория	Года				
		2002	2003	2004	2005	2006
1	Брасовский	2302,0	2283,4	1338,9	1568,3	2768,6
2	Брянский	868,4	839,6	942,4	1211,8	1571,3
3	Выгоничский	1126,7	1104,6	1341,4	1011,1	1419,8
4	Гордеевский	1529,6	2131,0	2018,9	1899,2	1682,0
5	Дубровский	1289,6	966,5	979,6	1017,6	1076,6
6	Дятьковский	1895,7	2050,4	2345,2	1890,3	1645,1
7	Жирятинский	523,1	1340,3	1182,7	1698,3	1580,6
8	Жуковский	1535,1	1434,1	1184,0	1280,0	1429,4
9	Злынковский	2314,1	1951,1	2076,8	1971,2	1750,4
10	Карачевский	1822,4	1755,7	1245,7	1318,2	1421,1
11	Клетнянский	1479,3	1459,6	1536,7	1841,5	1927,6
12	Климовский	1459,3	1567,5	1692,6	1669,0	1610,0
13	Клинцовский	2873,5	1657,2	2783,3	2117,0	2639,4
14	Комаричский	1674,7	1356,6	1193,2	1148,8	1137,4
15	Красногорский	1791,1	1408,7	1764,5	1885,8	2000,0
16	Мглинский	716,0	688,8	993,2	1416,5	1827,0
17	Навлинский	1172,1	1312,2	1331,7	1628,2	1696,9
18	Новозыбковский	1410,9	5105,1	3174,6	3077,6	3140,0
19	Погарский	1313,9	1312,8	1629,1	1846,8	2004,8
20	Почепский	1392,0	1255,6	1277,3	1727,4	1589,3
21	Рогнединский	1280,6	1502,4	1604,3	1228,1	1676,7
22	Севский	1830,5	1775,1	2209,9	2261,4	2189,0
23	Стародубский	968,4	965,1	972,0	1043,1	1025,4
24	Суземский	2184,6	2084,1	1045,8	1243,2	1392,4
25	Суражский	988,3	1312,5	924,4	1477,6	1838,8
26	Трубчевский	1137,5	1179,0	1312,2	1183,3	2231,0
27	Унечский	2013,9	979,9	1456,1	1598,4	1245,7
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		1450,0	1438,1	1510,8	1658,3	1815,3
ПО РФ		1638,5	1733,9	1724,93	1775,3	

Таблица 26 – Общее число зарегистрированных заболеваний у взрослых по Брянской области

№ п/п	Территория	Года				
		2002	2003	2004	2005	2006
1	Брасовский	1133,0	1239,9	1313,9	1301,3	1491,8
2	Брянский	690,8	694,5	687,6	774,0	780,6
3	Выгоничский	1171,6	969,4	1012,4	1038,1	1191,2
4	Гордеевский	1408,0	1577,6	1782,6	1597,4	1702,3
5	Дубровский	859,1	787,3	678,5	675,6	691,2
6	Дятьковский	1284,3	1368,9	1351,5	1253,1	1379,7
7	Жирятинский	997,4	918,3	850,7	1001,9	1027,2
8	Жуковский	809,7	750,1	774,1	806,2	843,1
9	Злынковский	1377,8	1378,7	1455,3	1297,9	1331,1
10	Карачевский	998,0	1027,1	1099,2	1105,9	1318,3
11	Клетнянский	755,3	866,6	944,6	1065,6	1141,6
12	Климовский	1419,5	1482,8	1658,5	1541,7	1661,2
13	Клинцовский	1853,5	2066,2	2651,1	2713,2	2218,0
14	Комаричский	818,9	745,9	877,8	915,0	1233,1
15	Красногорский	1292,0	1316,1	1540,7	1654,0	1597,9
16	Мглинский	563,7	585,2	888,4	1114,9	1247,1
17	Навлинский	985,2	1023,4	1401,8	1945,8	2506,9
18	Новозыбковский	1495,0	1463,3	1647,5	1716,7	1761,7
19	Погарский	1242,3	1105,2	1196,8	1313,2	1393,5
20	Почепский	738,6	752,4	928,0	987,8	995,1
21	Рогнединский	741,4	964,1	1116,3	1077,2	880,3
22	Севский	1284,5	1376,0	1594,4	1621,3	1765,5
23	Стародубский	866,7	872,3	960,0	1004,8	1009,5
24	Суземский	918,9	857,9	1241,8	1757,9	1828,4
25	Суражский	964,5	911,0	963,2	1181,7	1267,1
26	Трубчевский	984,2	996,0	1323,4	1360,1	1491,2
27	Унечский	670,5	669,1	863,9	1194,5	1026,2
ВСЕГО ПО ОБЛАСТИ		1063,2	1079,2	1208,1	1272,0	1360,2
ПО РФ		1227,1	1252,3	1275,3	1301,3	

Занятие № 8

Тема: Оценка воздействия на литосферу и на почвы

Цель: освоить методы документирования и оценки состояния почв в ОВОС (в проекте ЗВОС)

Учебный материал

Загрязнение почв исследуется в двух аспектах:

- как самостоятельная экологическая проблема;
- как индикатор общего экологического неблагополучия территорий.

Загрязнение почв как самостоятельная экологическая проблема изучается выборочно, где имеются основания ожидать высоких уровней содержания тех или иных специфических веществ, как правило, высоких классов опасности (радионуклидов, пестицидов, ПАУ и др.). Такие исследования обычно проводятся на ограниченных площадях, они отличаются высокой детальностью (масштабы от 1:10000 до 1:500) и име-

ют целью удаление и захоронение выявленных скопления веществ, представляющих непосредственную опасность. По окончании работ по очистке организуют повторные обследования в целях контроля.

Исследования загрязнения почв, направленные на сравнительную оценку общего уровня экологического неблагополучия территорий (эколого-геохимические съемки), проводятся в крупных и средних масштабах (от 1:200000 до 1:10000) и охватывают территории городов и их частей, а в отдельных случаях целых регионов.

Методика эколого-геохимической съемки была разработана в России в 80-е годы XX в. При этом была успешно использована приборная и нормативно-методическая база, ранее применявшаяся при геологических съемках и поисках месторождений рудных полезных ископаемых (лито-геохимические исследования). Наибольшее внимание при эколого-геохимических съемках обычно уделяется тяжелым металлам. Это обусловлено широким распространением и индикационным значением данного вида загрязнения, а также наличием хорошо отработанных и достаточно дешевых аналитических методов. Составными частями эколого-геохимических съемок являются: *отбор проб, аналитическая обработка, интерпретация результатов и составление карт.*

Отбор проб проводится с площадок размером 10 x 10 м, по «конверту». Опробованию обычно подлежит верхний десятисантиметровый слой; для районов распространения дерново-подзолистых почв – пятисантиметровый. При этом плотность опробования определяется масштабом работ и может составлять от 1 и менее до 50 – 100 проб на 1 км².

Выбор мест опробования определяется задачами исследования.

Аналитическая обработка выполняется с использованием одного из методов количественного химического анализа.

Интерпретация результатов проводится путем сравнения данных анализов с фоновыми концентрациями тех же элементов в аналогичных почвах и ландшафтов-аналогов, расположенных заведомо вне зон техногенного воздействия. При этом определяют поэлементные показатели концентрации K_c и суммарные показатели концентрации Z_c , по формулам:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi}}$$

где C_i – концентрация элемента в i -ой пробе; C_{ϕ} – соответствующая фоновая концентрация.

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

где n – число элементов.

Суммарный показатель загрязнения Z_c относится к числу важнейших и наиболее информативных параметров экологической обстановки. Шкала значений Z_c , включающая четыре градации (до 16; 16-32; 32-128; более 128), вошла во многие нормативные документы по оценке экологической обстановки, в том числе в Критерии для выявления зон чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бед-

ствия. При детальном картографировании возможно выделение дополнительных градаций (например, 0-8, 8-16, 32-64, 64-128). Для значений K_c интервалы градаций не являются общепринятыми и устанавливаются для разных элементов с учетом фактических интервалов колебаний.

В результате эколого-геохимических съемок создают моноэлементные карты и карты суммарных показателей загрязнения Z . Карты составляются с использованием способа изолиний с послойной окраской или штриховкой. Интерполяция между значениями выполняется с учетом пространственных закономерностей.

Обязательные требования при выполнении интерполяции – расположение всех точек, охарактеризованных количественными данными, в пределах контуров соответствующих градаций, а также последовательная смена градаций. Изолинии уровней загрязнения, как и любые другие изолинии, не должны соприкасаться, пересекаться, прерываться. Исключением из этого правила является резкая смена преобразованных и естественных грунтов, с резко различающимися уровнями загрязнения. Участки распространения таких грунтов могут выделяться особо, с использованием способа ареалов. Мелкие аномалии, не выражающиеся в масштабе карты, обозначают значками. Цветовая гамма послойной окраски подбирается согласно «принципу светофора».

Выделяют техногенные геохимические аномалии различного происхождения, территориального охвата, степени выраженности и опасности. Важнейшая задача анализа эколого-геохимических карт – выявление причин образования аномалий, что служит предпосылкой разработки планов природоохранных мероприятий. При анализе эколого-геохимических карт применяют весь арсенал средств картографического метода исследования: визуальный; графический; картометрический; математико-статистический метод анализа; математическое моделирование; использование приемов теории информации.

При совместном использовании карт разной тематики определяют и сравнивают эколого-геохимические параметры (средние значения K_c и Z_c , показатели изменчивости) для представленных на картах выделов различного характера. Их сопоставление между собой и с характеристиками, снимаемыми с соответствующих карт, позволяет качественно и количественно оценивать роль различных факторов в формировании техногенных геохимических аномалий.

Наибольшим разнообразием происхождения отличаются педо-геохимические аномалии. Среди них различают: *аэрогенные* (обусловленные осаждением пылегазовых выбросов), *гидрогенные* (сформированные загрязненными водами), *агрогенные* (образовавшиеся вследствие агротехнических воздействий) и *вейстогенные* (связанные с твердыми отходами).

Для *аэрогенных аномалий* характерны следующие признаки: поверхностный характер, относительно значительные размеры, постепенность изменения элементного состава и концентраций. При этом максимумы концентраций могут отстоять от источника на расстояние до нескольких километров (от 10 до 40 высот в случае высоких источников горячих выбросов). В составе аэрогенных аномалий обычно преобладают элементы, отражающие специфику производства на предприятии – источнике загрязнения. На урбанизированных территориях, вне зависимости от производственной специализации, обычно наблюдаются повышенные концентрации элементов, характерных для автотранспортного загрязнения и общераспространенных тех-

нофильных (свинец, цинк, медь, марганец) **Гидрогенные аномалии** выделяются приуроченностью к поймам рек, днищам оврагов и балок. Для них обычно свойственно значительное участие элементов, характерных для стоков гальванических производств и очистных сооружений (серебро, никель, хром).

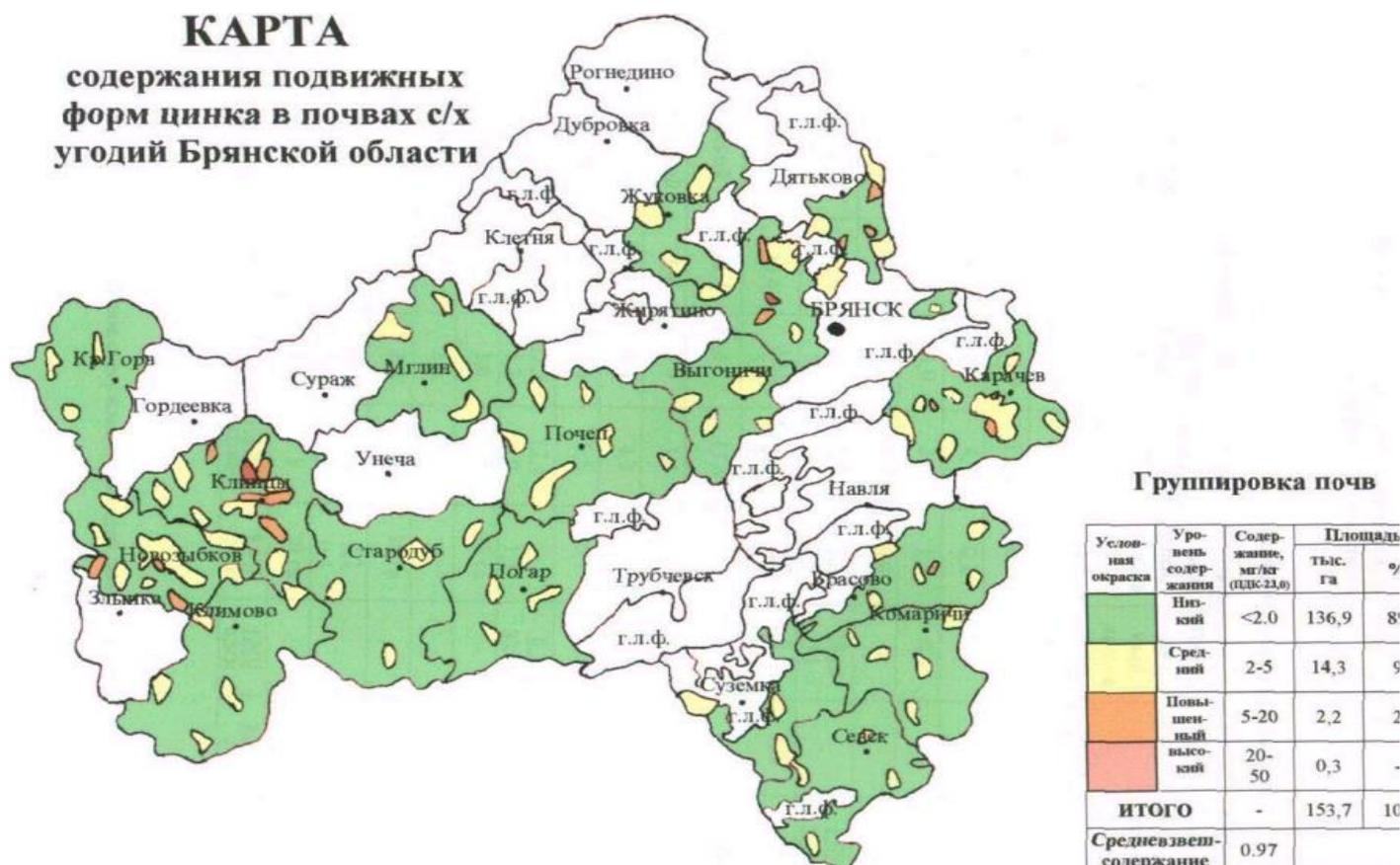
Агрогенные аномалии приурочиваются к сельскохозяйственным землям. Для них характерно присутствие фосфора и элементов-примесей, содержащихся в апатитах и фосфоритах (фтор, стронций, иногда также мышьяк, свинец, цинк, редкоземельные).

Вейстогенные аномалии отличаются резкими перепадами состава и концентраций. При их детальном изучении нередко удается выявить частицы – носители загрязнения.

Эколого-геохимические параметры многообразны, сложны и далеко не всегда поддаются однозначному объяснению. Анализ эколого-геохимических карт должен не усложнять, а упрощать понимание причин формирования территориальных различий в уровнях загрязненности, указывать на пути решения существующих проблем. Показатель эффективности эколого-геохимического исследования – четкие и конкретные выводы о наличии (или отсутствии) и характере связи между загрязнением и определенными природными и техногенными факторами, с соответствующими практическими предложениями.

Задание для аудиторной работы:

1. Составить эколого-геохимическую карту суммарного показателя загрязнения (Z) почв сельхозугодий региона. При расчете K_C за фоновое значение принять низкий уровень загрязнения, а также данные таблицы 27.



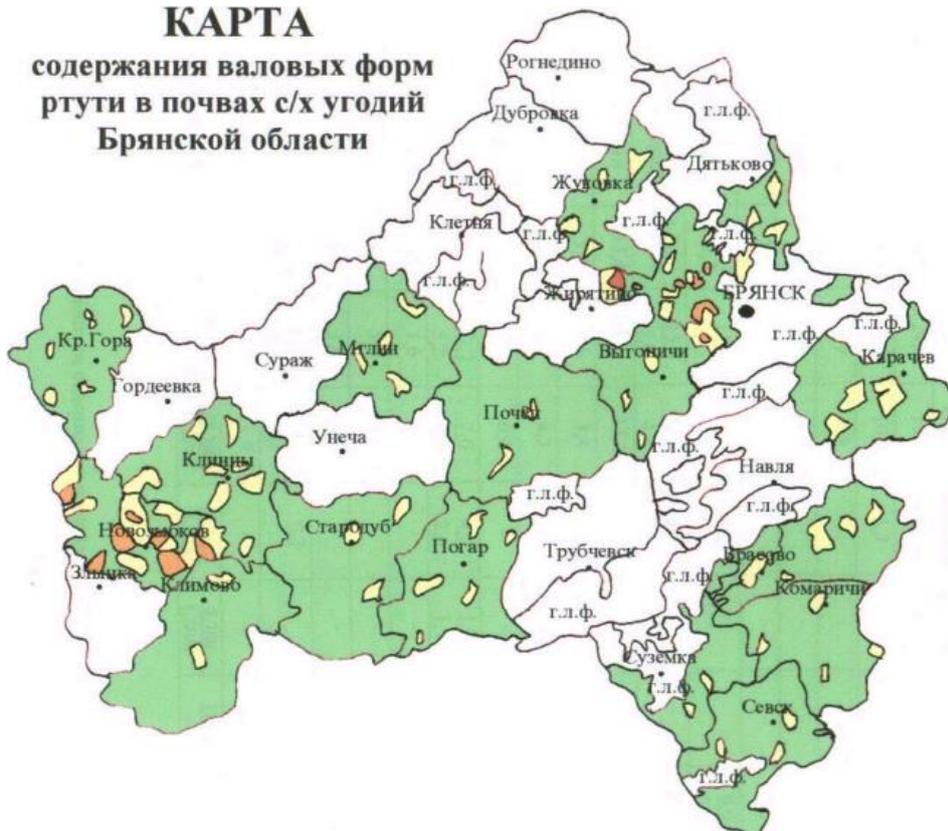
КАРТА
содержания подвижных форм кадмия в почвах с/х угодий Брянской области



Группировка почв

Условная окраска	Уровень содержания	Содержание, мг/кг (ПДК-0,6)	Площадь	
			тыс. га	%
Зеленая	Низкий	<0,05	73,3	48
Желтая	Средний	0,05-0,1	36,2	23
Оранжевая	Повышенный	0,1-0,5	43,6	28
Красная	Высокий	0,5-1	0,6	1
ИТОГО		-	135,7	100
Среднезвеш-содержание		0,08		

КАРТА
содержания валовых форм ртути в почвах с/х угодий Брянской области



Группировка почв

Условная окраска	Уровень содержания	Содержание, мг/кг (ПДК-1)	Площадь	
			тыс. га	%
Зеленая	Низкий	<0,05	128,0	83
Желтая	Средний	0,05-0,1	20,2	13
Оранжевая	Повышенный	0,1-0,5	5,4	4
Красная	Высокий	0,5-1	0,1	-
ИТОГО		-	153,7	100
Среднезвеш-содержание		0,03		

КАРТА

содержания подвижных форм свинца в почвах с/х угодий Брянской области



Группировка почв

Условная окраска	Уровень содержания	Содержание, мг/кг (ПДК-6,0)	Площадь		
			тыс. га	%	
Зеленая	Низкий	<0,5	52,0	34	
Желтая	Средний	0,5-1,5	76,0	49	
Оранжевая	Повышенный	1,5-5,0	25,1	16	
Красная	Высокий	5,0-10,0	0,6	1	
ИТОГО			-	153,7	100
Средневзвешенное содержание			0,89		

КАРТА

содержания подвижных форм меди в почвах с/х угодий Брянской области



Группировка почв

Условная окраска	Уровень содержания	Содержание, мг/кг (ПДК-3)	Площадь		
			Тыс. га	%	
Зеленая	Низкий	<0,5	139,4	91	
Желтая	Средний	0,5-2	14,1	9	
Оранжевая	Повышенный	2-5	0,2	-	
Красная	Высокий	5-10	0,008	-	
ИТОГО			-	153,7	100
Средневзвешенное содержание			0,31		

КАРТА
содержания подвижных
форм никеля в почвах с/х
угодий Брянской области



Группировка почв

Условная окраска	Уровень содержания	Содержание, мг/кг (ПДК-4)	Площадь	
			тыс. га	%
Зеленая	Низкий	<0.5	110,2	72
Желтая	Средний	0.5-1,5	42,3	27
Оранжевая	Повышенный	1,5-5	1,2	1
Красная	Высокий	5-10	-	-
ИТОГО		-	153,7	100
Средневзвешенное содержание		0,37		

2. Проанализировать эколого-геохимическую обстановку на почвах сельскохозяйственного региона.

Таблица 27 – Основные токсикологические показатели элементов

Наименование вещества	ПДК, мг/кг почвы с учетом фона	Показатели вредности		
		транлокационный	водный	общесанитарный
Водорастворимые формы				
Фтор	10	10	10	10
Подвижные формы				
Медь	3	3,5	72	3
Никель	4	6,7	14	4
Цинк	23	23	200	37
Кобальт	5	25	>1000	5
Фтор	2,8	2,8	-	-
Хром	6	-	-	6
Валовое содержание				
Сурьма	4,5	4,5	4,5	50
Марганец	1500	3500	1500	1500
Ванадий	150	170	350	150
Свинец**	30	35	260	30
Мышьяк**	2	2	15	10
Ртуть	2,1	2,1	33,3	5
Свинец+ртуть	20+1	20+1	30+2	30+2
Медь*	55	-	-	-
Никель*	85	-	-	-
Цинк*	100	-	-	-

*- валовое содержание-содержание

** - противоречие; для мышьяка среднее фоновое содержание 6 мг/кг, фоновое содержание свинца обычно тоже превышает нормы ПДК

3. Рассчитать Z_C для почв придорожных газонов города.

Таблица 28 – Содержание элементов группы тяжелых металлов в почвах придорожных газонов города

Компонент	Среднее значение (мг/кг)		
Sr	82,8	66,95	94,85
Pb	31,95	44,4	18,25
As	10,9	8,3	9,75
Zn	120,2	143,2	131,05
Cu	29,55	31,5	42,85
Ni	18,9	21,4	35,1
Co	2,9	1,55	4,45
Fe	23833,2	33206,9	3307,5
Mn	1635,4	2671	196,25
Cr	40,8	36,8	43,35
V	0	0	2,75
Ti	0	0	299,4

5. Произвести расчет индекса накопления и перехода для мохообразных. Сделать выводы.

Таблица 29 – Содержание основных химических элементов в почве и мохообразных на пробных площадках

Элемент	Карховский лес		Лесопарк Соловьи	
	почва, $M \pm m$, мг/кг	мохообразные, $M \pm m$, мг/кг	почва, $M \pm m$, мг/кг	мохообразные, $M \pm m$, мг/кг
Sr	103,25± 0,029	83,94±0,849	90,80± 1,674	105,70±0,924
Pb	14,00±1,848	37,71±2,379	42,10±0,404	33,4067±1,660
As	8,05±0,318	12,16±0,419	12,90± 0,058	11,42±0,286
Zn	39,90±0,577	94,72±0,167	33,10± 0,520	65,33±0,003
Cu	31,00± 0,116	40,40±0,652	19,20± 0,173	47,97±0,257
Ni	29,05± 0,144	38,65±0,756	29,15± 0,722	47,33±0,297
Co	1,95± 0,779	0	2,55± 1,126	0
Fe	17599,35±28,896	18407,65±18,677	15793,27±16,310	19835,15±27,973
Mn	572,50± 2,771	1242,40±2,887	892,35± 1,258	1385,95±3,031
Cr	163,10± 1,097	68,21±0,826	236,40± 2,252	72,16±0,015
V	59,30± 1,097	0	56,55± 1,126	0
Ti	4023,80±4,215	278,36±11,408	3589,70± 5,369	270,02±20,557

Занятие №9

Тема: Определение критерия нормализации среды

Цель: Изучить один из методов расчета критерия нормализации среды обитания, который используется для выбора методов оздоровления экологической обстановки в регионе размещения проектируемого объекта.

Учебный материал

Критерии и методы нормализации окружающей природной среды.

Основными стадиями процесса ОВОС являются описание существующих, природных условий, прогноз, анализ и оценка ожидаемых воздействий.

На основе полученных оценок готовятся предложения по мероприятиям для предотвращения или смягчения выявленных возможных неблагоприятных воздействий по основным вариантам инженерных, технологических, архитектурно-проектировочных и прочих решений; анализируется их эффективность и возможность реализации. Смягчение воздействий может быть достигнуто, например, установкой очистных сооружений или использованием технологии, приводящей к меньшим выбросам, а также посредством ликвидации или уменьшения ущерба, нанесенного окружающей среде, и, наконец, с помощью различных форм компенсации.

К числу смягчающих мер относятся и предложения по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации проекта.

В качестве критерия В нормализации среды обитания можно использовать отношение конкретно сложившегося состояния q экологической системы в потенциально возможному q_{\max} , то есть

$$B = \frac{q}{q_{\max}} = \frac{\sum_{i=1}^n j \varphi(i)}{j_{\max} \sum_{i=1}^n \varphi(i)}$$

где j - оценка уровня токсичности (вредности); φ - функция, нормирующая вес данного объекта в экосистеме, n - число экологических объектов, нормирование и ранжирование которых сводится в таблицу 8.

Таблица 30 – Ранжирование объектов экосистемы

Код	Экологические объекты	Вес объекта в ранжированной последовательности
I ₁	Человек	2,0
I ₂	Домашние животные и культурные растения	1,0
I ₃	Промысловые животные и дикорастущие растения, используемые в хозяйственной деятельности	0,75
I ₄	Массовые виды компонентов биоценоза, не используемые в хозяйственной деятельности	0,5
I ₅	Малочисленные компоненты биоценоза, нейтральные в отношении хозяйственной деятельности человека	0,31

Значение j_i поставлено во взаимно однозначное соответствие с возможными экологическими ситуациями, и процедура определения критерия нормализации сводится к сопоставлению конкретно сложившейся экологической ситуации с генеральной экологической таблицей 9.

В результате сопоставления экологической ситуации с позициями в таблице находится текущее значение q_j по каждому экологическому объекту. Значение $q_{\max} = 22,8$ получается, если просуммировать последнюю строку расчетной матрицы. Таким образом, образуется информация, необходимая для определения всех значений, вхо-

дящих в уравнение. Это позволяет формализовать определение критерия нормализации среды обитания с помощью ЭВМ.

Качественное прогнозирование среды обитания осуществляется исходя из пределов существования критерия B , определяемого отношением:

$$0 \leq B \leq 1.$$

При этом оценку средств технико-биологического воздействия по нормализации среды обитания можно сделать, сопоставляя критерий нормализации с аттестационной шкалой таблицы 10. Например, требуется определить значение критерия нормализации среды обитания и наметить инженерные средства оздоровления в экологическом регионе, в котором предполагается разместить проектируемый объект хозяйственной или иной деятельности.

Экологическая обстановка в регионе может быть представлена в виде легенды:

- в регионе уже размещены нефтеперерабатывающие предприятия, завод по переработке пластмасс, бойня. Отходы газа сжигаются, а жидкие отходы (преимущественно углеводороды и остатки моющих средств) сбрасываются по естественному ручью в реку. Имеются все основные экологические объекты, перечисленные в таблице;

- санитарные условия удовлетворительные, местными СЭС обнаружено накопление загрязнений; состояние людей, домашних животных и культурных растений можно считать удовлетворительными, оценка вредностей равна

$$j_1 \times \varphi(i_1) + j_2 \times \varphi(i_2) = 2 \times 2 + 2 \times 1 = 6,$$

- обнаружены случаи обратимых морфофизиологических нарушений, не связанных с изменениями генетической структуры популяций у промысловых животных и дикорастущих растений, оценка вредности равна

$$j_3 \times \varphi(i_3) = 3 \times 0,75 = 2,25,$$

- установлены многочисленные нарушения морфофизиологических функций массовых компонентов биоценоза с изменениями генетической структуры популяций, оценка вредности равна

$$j_4 \times \varphi(i_4) = 4 \times 0,5 = 2,0.$$

Таблица 31 – Генеральная экологическая таблица

Код (номер позиции по балльной оценке)	Состояние <i>среды</i> обитания	Оценка вредности				
		I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
1	Безвредная среда обитания, загрязнители воздуха, воды и почвы не накапливаются	2,0	1,0	0,75	0,5	0,31
2	Нормальная среда обитания, но загрязнители воздуха, воды и почвы постепенно накапливаются	4,0	2,0	1,5	1,0	0,62
3	Обнаруживаются случаи обратимых морфофизиологических нарушений, не связанных с изменениями генетической структуры популяции	6,0	3,0	2,25	1,5	0,93
4	Обнаруживаются случаи необратимых морфофизиологических нарушений, с изменением генетической структуры популяции	8,0	4,0	3,0	2,0	1,24
5	Предельно вредная среда обитания	10,0	5,0	3,75	2,5	1,55

- обнаружены нарушения морфофизиологических функций с нарушением генетической структуры популяции у некоторых малочисленных видов - компонентов биоценоза, нейтральных в отношении хозяйственной деятельности людей, оценка вредности равна:

$$j_5 \times \phi (i_5) = 4 \times 0,31 = 1,24.$$

Итак, результаты сопоставления экологической ситуации, представленной в настоящей легенде, с позициями генеральной экологической таблицы позволяют определить критерий нормализации по формуле

$$B = (4 + 2 + 2,25 + 2,0 + 1,24) / 22,8 = 0,5.$$

Сопоставляя полученный критерий нормализации с аттестационной шкалой (табл. 32), приходим к выводу, что оздоровление окружающей среды в рассматриваемом случае необходимо вести по нижнему уровню категории.

Критерии оценки воздействия на окружающую среду

Количественная оценка воздействия не всегда возможна вследствие отсутствия методик определения тех или иных параметров качества ОС, которые будут меняться в результате воздействия. Наличие нормативов предельно допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ не снижают степень неопределенности при интегральной оценке всех видов воздействия от одного источника или комплексно по территории.

Таблица 32 – Аттестационная шкала критериев нормализации среды

Критерий нормализации	Средства технико-биологического воздействия на нормализацию среды обитания	Категория сложности	Уровень категории	Критерии нормализации по уровням категории сложности
0,0- 0,09	Практически не вредная для экологических объектов среда обитания	I	-	-
0,1 - 0,19	Среда обитания, которую можно привести в безвредное состояние обычной организационной деятельностью человека, без специальных технических средств	II	-	-
0Д-0,49	Среда, которую можно привести в безвредное состояние обычными (освоенными) средствами: фильтры для газовых выбросов и стандартные устройства для очистки воды и почвы	III	Нижний (Н) Средний (С) Верхний (В)	0Д-0,29 0,3-0,39 0,4-0,49
0,5-0,79	Среда, которую можно привести в безвредное состояние с помощью системы специальных технико-биологических средств защиты	IV	Нижний (Н) Средний (С) Верхний (В)	0,5 - 0,59 0,6-0,69 0,7 - 0,79
0,8-0,97	Среда, которая приводится в безвредное состояние комплексами технико-биологических средств, требуется разработка комплекса программ, полное изменение технологии производства	V	Нижний (Н) Средний (С) Верхний (В)	0,8-0,9 0,9 - 0,95 0,96 - 0,97
0,98 - 1,0	Ликвидация предприятия - источника загрязнения	VI	-	-

Возможен подход, когда дается только качественная оценка воздействия, при которой может использоваться *критерий оценки изменения качества ОС*, определяемый по формуле:

$$П = \log \frac{П - E}{a}$$

где П - критерий оценки качества ОС; *a* - коэффициент пропорциональности, определяющий максимально возможное значение П; Д-максимально возможное отклонение от равновесия в заданных условиях без учета знака; E - нормальное равновесное состояние любого компонента ОС в заданных условиях. (Состояние равновесия ОС определяется ее положением в системе множества переменных, описывающих объект. В экологии под состоянием понимается тип систем. Например, типичный чернозем есть тип почвы, почва - рассматриваемая система. Под типом понимается множество переменных, описывающих почвы (содержание гумуса, механический состав, структура, влагоемкость, температура, содержание элементов минерального питания, продуктивность, вертикальная возможность и т. д.). Добавление слова "деградирующий" или "деформирующийся" отображает производную. Состояние в зависимости от задач может определяться через переменные. Во всех случаях система равновесна тогда и только тогда, когда производные по всем координатам при принятой точности измерений равны нулю).

Прямой расчет величины П возможен, когда у объекта есть естественные, численно определенные границы устойчивости. Например, при термическом воздействии есть естественные границы, определяемые сменой фазового состояния. Если воздействие приводит к смене фазового состояния всей массы вещества, то оно заведомо очень сильное и в пятибальной системе П = 5.

Для газового состава атмосферы используются соответствующие нормативы ПДК загрязняющих веществ. Воздействие на уровне ПДК можно зафиксировать до одного ПДК - как *слабое*, до пяти ПДК - как *среднее*, до 50 ПДК - как *очень сильное*.

Для биологических систем и почвы переход в другое фазовое состояние можно считать переходом в другой тип. Например, преобразование леса в кустарниковые сообщества:

- а) слабое воздействие - снижение продуктивности без изменения видового состава;
- б) среднее - изменение видового состава с исчезновением отдельных относительно редких видов;
- в) сильное - деградация древесного яруса и превращение его в редины;
- г) очень сильное - исчезновение деревьев.

Аналогичным образом может быть проведена качественная оценка воздействия и для других компонентов ОС (табл. 33).

Имея дело с экспертными оценками возможного воздействия, необходимо приводить доводы, объясняющие причину присвоения конкретной балльной оценки.

Таблица 33 – Качественная оценка воздействия

Оценка воздействия	Индекс	Типичная среда, процесс	Время релаксации
Очень слабое	1	Атмосфера (термодинамические переменные, газовый состав)	Дни

Слабое	2	Гидрологические процессы на уровне грунтового и поверхностного потоков	Десятки дней
Среднее	3	Релаксация гидрогеологического бассейна	Месяцы, годы
Сильное	4	Восстановление растительного покрова	Десятки лет
Очень сильное	5	Восстановление почвенного покрова	Сотни лет

Качественная оценка во всех случаях должна иметь ввиду максимально возможное изменение состояния системы при произвольном максимальном воздействии в сравнении с нормальными для данной территории природными условиями.

Большое значение при определении критериев воздействия имеет опрос общественного мнения, выявление позиций профессиональных сообществ, особенно когда речь идет об уязвимых территориях, памятниках природы и культуры, особо охраняемых видах растений, животных и т. д.

2. Оценка устойчивости фитоценозов к химическим загрязнениям

Под устойчивостью наземных фитоценозов к химическому загрязнению в условиях интенсивного техногенного прессинга на природные системы понимается их способность противостоять внешним нагрузкам, не утрачивая тенденции к самовосстановлению без нарушения биогеохимических и генетических показателей. Воздействие химических элементов определяется составом, количеством, токсичностью для растений, способом поступления, наличием предела поглощения. Растения, имеющие предел поглощения определенных химических элементов, не могут быть в полной мере индикаторами в случае избыточного их содержания в среде из-за существующего физиологического барьера поглощения.

Устойчивость растительного покрова к химическому загрязнению

Характер фитоценоза	Качественная оценка устойчивости
Мелколиственные леса	Очень высокая
Широколиственные леса	Высокая
Широколиственно-хвойные	Повышенная
Еловые леса	Достаточная
Сосновые леса	Умеренная
Луговые фитоценозы	Низкая
Болотные фитоценозы	Очень низкая
Зона хозяйственного освоения	Отсутствует

Следовательно, чем выше порог чувствительности к химическим воздействиям, тем выше сорбция и выше устойчивость к химическим воздействиям. Этот факт положен в основу оценки устойчивости к химическому загрязнению наземных растительных сообществ.

Очень высокой степенью устойчивости к химическим загрязнениям обладают фитоценозы с мелколиственными древесными породами, где основными являются береза, осина, тополь, черная и серая ольха. При усилении загрязнения окружающей среды происходит увеличение зольности их древесины, а общее содержание элементов возрастает от 1,1-2,5 (для Mn, Co) до 6,5-12 раз (Cd, Cr, и др.). Это ведет к необратимым нарушениям в обменных процессах мелколиственных фитоценозов и их деграда-

ции. Однако заложенный генетический код способствует ускоренному процессу воспроизводства. Поэтому мелколиственные фитоценозы являются наиболее устойчивыми при загрязнении окружающей среды различными поллютантами.

Для фитоценозов с высокой устойчивостью характерны дуб, граб, клен. Хотя широколиственные породы и обладают практически наибольшей биопродуктивностью по некоторым позициям и большей устойчивостью к химическому загрязнению (накопление ряда элементов I и II групп опасности, т.е. Cd, Pb, Cr и др.), тем не менее, они являются барьерными видами. Содержание ряда химических элементов (Ca, P, Mn, Zn) в листьях и коре (т.е. в основных сорбентах этих видов) может снижаться при одновременном накоплении тяжелых металлов, способствующих выведению из биосистемы химических соединений. Кроме того, здесь ниже темпы накопления элементов. Все это ставит широколиственные фитоценозы на второе место по устойчивости к химическим загрязнениям. Накапливаемые элементы (в порядке убывания) располагаются следующим образом: Pb, Cu, Co, Cr, Ni, S, K, Zn, Mn, Na.

К категории с повышенной степенью устойчивости относятся широколиственно-хвойные фитоценозы. Встречаются эпизодически и представляют в основном сочетания дуба с елью или сосной. Их сорбционные возможности ниже предыдущих, но выше хвойных, что проявляется практически по всем оцениваемым параметрам (биофильные и тяжелые металлы, система листва-хвоя-кора-корни-древесина, ослабление почвенных миграционных потоков и др.).

Достаточной степенью устойчивости обладают еловые фитоценозы, где возможно увеличение концентраций ряда элементов (Cd, Cr, Pb, Co и др.) более чем в 3 раза, что меньше, чем для лиственных пород. Это говорит о наличии геохимического барьера в еловых и в целом в хвойных породах. Увеличение зольности происходит в хвое (здесь наблюдается наибольшая аккумуляция S, Zn, Fe, Al, Si, Ni, Pb, Ca, Mg, Na, Cu) и коре (при отсутствии изменений этого показателя в древесине и корнях). Темпы естественного воспроизводства ниже, чем у лиственных пород.

К разряду умеренной устойчивости отнесены сосновые фитоценозы. В сосне аккумулируются Cd, Cr, Co, Fe, S, Ni, Pb, Ca и др. Однако наличие ряда тяжелых металлов (в частности, Ni, Cd, Pb, Co) часто тормозит накопление в структурных частях биомассы биофильных металлов (Mg, Cu, Zn и др.). В целом сосновые фитоценозы менее устойчивы, чем еловые. Последние имеют более высокую способность к образованию ветвей из спящих почек и поэтому менее чувствительны. Существуют также различия между сосновыми и еловыми фитоценозами в характере усвоения минеральных элементов в условиях техногенной среды.

Естественные луговые фитоценозы, приуроченные в основном к пониженным безлесным участкам, отнесены к категории с низкой степенью устойчивости к химическим загрязнениям.

Содержание тяжелых металлов в травах редко превышает средний уровень (исключение могут составлять Ti, Cr и некоторые другие). Общий объем воспроизводимой биомассы сравнительно небольшой. Наибольший концентратор — надземная часть.

Болотные фитоценозы имеют очень низкую устойчивость к химическим загрязнениям, поскольку обладают повышенной восприимчивостью к поллютантам, медленно развиваются.

Задание для аудиторной работы:

1. Ознакомиться с методикой расчета критерия нормализации среды.
2. Используя легенду, описывающую состояние окружающей среды в регионе, рассчитать критерий нормализации среды.
3. Предложить возможные способы улучшения экологической обстановки в регионе, в соответствии с теми объектами, которые в нем расположены.
4. Оценить степень устойчивости растительного покрова на территории Брянской области.

Занятие № 10

Тема: Оценка воздействия на окружающую среду работы тепловой электростанции

Цель: рассмотреть содержание ОВОС при оценке воздействия на окружающую среду объектов промышленности на примере проекта ТЭС и объектов газовой промышленности.

Учебный материал

Основная часть мирового производства электроэнергии (около 65%) приходится на долю тепловых электростанций (ТЭС). В большинстве случаев строительство и эксплуатация ТЭС оказывается наиболее экономически эффективным способом производства электроэнергии.

В то же время эксплуатация крупных ТЭС связана с потреблением огромного количества органического топлива (чаще всего, угля) и воды, необходимой как для производства пара, так и для его охлаждения в конденсаторах. К примеру, современная крупная ТЭС мощностью 2 млн. кВт ежедневно сжигает 18 тыс. т. угля (6-7 большегрузных железнодорожных составов), а для охлаждения ежедневно использует до 8 млн. м³ воды, что сопоставимо с расходом воды в таких реках как Луга или Великая, на которой стоит Псков. В связи с этим ТЭС обычно строят рядом с крупными водоемами или водотоками.

При работе ТЭС указанной мощности в атмосферу за год выбрасывается около 40000 т твердых частиц (золы), 220 000 т SO₂, 14 млн. т CO₂, 40000 NO_x, что не может не сказываться на состоянии окружающей природы. Современные ТЭС являются основным антропогенным источником SO₂ в атмосфере. Негативное воздействие на природу оказывают также крупные золо-отвалы, формируемые нередко рядом, с ТЭС, а также тепловое загрязнение водоемов.

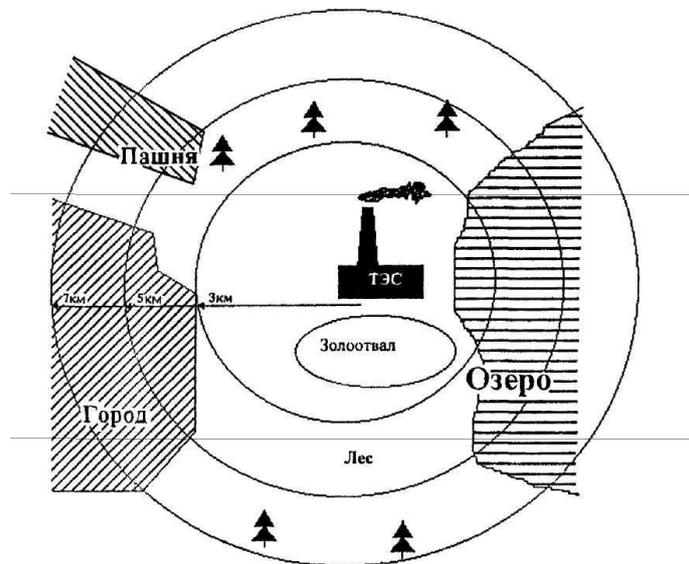


Рисунок 12 – Схема предполагаемого расположения ТЭС

Задания для аудиторной работы:

1. Ознакомьтесь с проблемной ситуацией, выполните обработку материала для материалов ОВОС, согласно заданиям.

Проблемная ситуация

Для нужд энергообеспечения города и области решено построить крупную ТЭС. По проекту предполагается разместить ТЭС за чертой города на расстоянии 3 км от окраины. Выбор такого месторасположения проектанты подкрепляют двумя доводами: во первых, ТЭС в меньшей степени будет загрязнять городскую атмосферу, чему будет способствовать также лесозащитная зона, во вторых, ее удастся расположить рядом с озером, что немаловажно, так как ТЭС потребляет большое количество воды.

Недалеко от будущей ТЭС располагаются поля пригородного колхоза, а остальное близлежащее пространство занимает лес.

В рамках проектных работ необходимо выполнить ОВОС с тем, чтобы представить проект в Государственную экологическую экспертизу. Разработка раздела ОВОС в проектной документации - сложная и трудоемкая работа, которая может составлять несколько томов отчетных материалов и потребовать немалых финансовых затрат. Схема предполагаемого расположения ТЭС изображена на рисунке 12.

2. Определите ущерб от загрязнения городского воздуха за год выбросами SO_2 в связи с ростом заболеваемости населения бронхитом при условии, что расходы, связанные с оплатой больничных листов и потерями на производстве из-за отсутствия заболевших, составляют эквивалент 5 \$ на человека. Для выполнения задания воспользуйтесь информацией, содержащейся в нижеследующей справке.

Справка. Концентрация SO_2 изменяется по мере удаления от ТЭС так, как это показано на рисунке 13. Максимум концентрации достигается на некотором расстоянии от источника. Такое распределение является характерным для распространения примесей в атмосфере, поступающих из точечного источника.

Среднесуточная ПДК (предельно допустимая концентрация) для SO_2 составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$, максимальная разовая ПДК - $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Диоксид серы, попадая в легкие, быстро растворяется в крови и по кровеносной системе распространяется по организму.

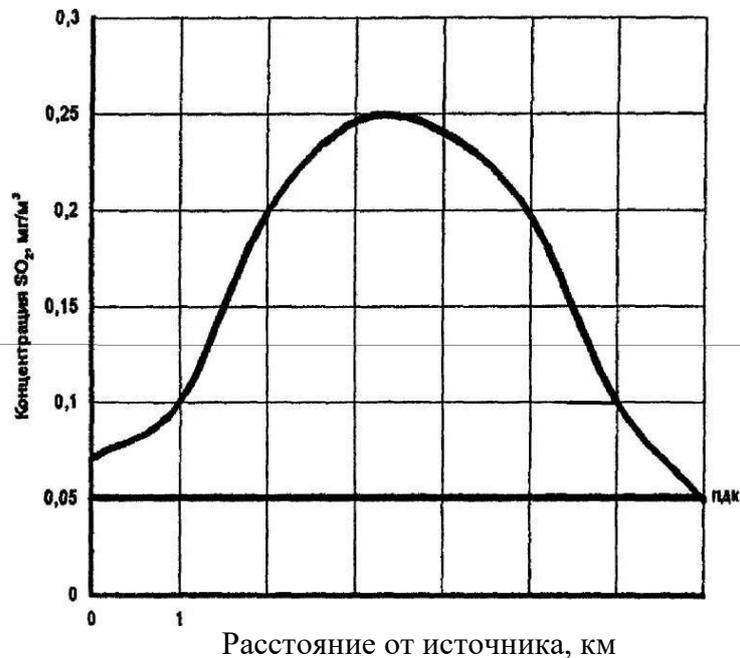


Рисунок 13 – Изменение концентрации диоксида серы по мере удаления от источника

Сверхнормативное загрязнение воздуха диоксидом серы приводит к увеличению симптомов затрудненного дыхания и болезням легких. Особенно сильно такое загрязнение сказывается на больных хроническими легочными заболеваниями и астмой.

Известно, что между концентрацией SO₂ в воздухе и частотой заболевания хроническим бронхитом имеется приближенная линейная зависимость

$$y = 16x - 0,8 \quad (0 \leq y \leq 100),$$

где y - процент населения, болеющего бронхитом, x – концентрация SO₂ в мг/м

Так, при $x = 0,05$ (среднесуточная ПДК) $y=0$ - заболеваний нет; при $x = 0,1$ (2 ПДК_{ср}) $y = 0,8$, т.е. в текущий момент времени 0,8 % населения больны.

Численность населения изменяется в зависимости от района. Для расчетов примите, что число горожан, проживающих в зоне между 3 и 4 км, считая от ТЭС, - 20 000 чел., между 4 и 5 км -40 000 чел., между 5 и 6 км, а также в последующих зонах - по 60 000 чел.

В приведенном выше задании требуется оценить ущерб лишь от одного вида заболевания, связанного с одним из загрязняющих компонентов. В действительности ущерб, обусловленный ухудшением здоровья людей, будет больше, чем получится в этом задании. Понятна некоторая условность денежного выражения ущерба, поскольку здоровье и жизнь человека бесценны. В то же время следует обратить внимание на то, что люди склонны жертвовать своим здоровьем ради достижения или поддержания определенного уровня качества жизни, благополучия, социального статуса.

Очевидно также, что современные цивилизованные требования к качеству жизни невозможно удовлетворить без наращивания количества потребляемой электроэнергии. Потому горожане вряд ли откажутся от строительства ТЭС.

В этих условиях проектантам надо подумать о более подходящем расположении ТЭС, либо о существенном улучшении очистки дымовых выбросов, что потребует дополнительных расходов, как при строительстве, так и при эксплуатации. В последнем случае уместно сопоставление денежного выражения ущерба здоровью с дополнительными затратами на очистку выбросов.

Справка. До 1970 года в США наблюдался неуклонный рост выбросов SO₂. В 1970 году в США был принят Акт о чистом воздухе, реализация положений которого позволила добиться снижения загрязненности. В период с 1975 по 1985 год компании США, производящие электроэнергию, затратили около 2 млрд. \$ на мероприятия по уменьшению сернистых выбросов.

3. Определить ущерб, наносимый выбросами SO₂ аграрной зоне (см. рис.), расположенной близ ТЭС, если известно, что на полях выращивается картофель, а снижение его урожайности при действии умеренных концентраций SO₂ в течение всего периода роста приближенно описывается зависимостью

$$Z = 50x, (x \leq$$

где Z – процент снижения урожайности, x – концентрация SO₂ в воздухе в мг\м³.

Поля с картофелем располагаются в пределах от 4 до 8 км, считая от ТЭС. Урожайность картофеля в нормальных условиях примите равной 150 ц/га. Площади, занятые под посев, в пределах радиальных расстояний от ТЭС от 4 до 5 км и в последующих километровых интервалах равны 100 га.

При расчете денежного выражения ущерба примите текущие рыночные цены на картофель.

Комментарий. Диоксид серы отрицательно влияет и на многие другие виды сельскохозяйственных культур. Это же можно сказать и о диоксиде азота.

Помимо SO₂ и NO_x в воздух при работе рассматриваемой ТЭС с дымом попадает около 40000 т золы, которая осаждается на прилегающую территорию. Зола, представляющая в основном несгоревший углерод, содержит также Zn, Mn, Mg, Fe, Cu, Pb, Sr, Ti, Ba и другие элементы, которые накапливаются в почве и при больших концентрациях пагубно влияют на рост растений.

Однако на этом беды аграрной зоны не кончаются. Оксиды серы и азота после ряда химических реакций в атмосфере при взаимодействии с парами воды образуют серную и азотную кислоты, что приводит к такому явлению как кислотные дожди, которые, выпадая на почву, изменяют ее кислотность. Насколько сильно изменится кислотность, зависит от буферной способности почвы. В северных районах, где почвенный слой тонок, кислотность почвы может заметно измениться, в южных районах с глубоким почвенным слоем выпадение кислотных дождей может и не оказывать существенного влияния на pH почвы. Однако вредное воздействие кислотных дождей все равно может проявиться через их взаимодействие с листвой.

- Каковы, на Ваш взгляд, перспективы развития аграрной зоны в рассматриваемом районе?
- За счет каких процессов регулируется кислотность почвы?

4. Ознакомится с нижеследующей справкой и ответьте на поставленные вопросы.

Справка. Кислотные дожди особенно негативное воздействие оказывают на водоемы. Вода в кислотных дождях может иметь уровень кислотности существен-

но меньший, чем нейтральный - $pH = 7$. Помимо кислотных дождей могут образовываться кислотные туманы. Так, рекордно низкий показатель $pH = 1,68$ был зарегистрирован в тумане над городом Ньюпорт (Калифорния, США). Как правило, показатель pH в типичных кислотных облаках и осадках выше, и редко опускаются ниже $pH = 4,5$.

Изменение кислотного режима водоемов вследствие выпадения осадков ведет сначала к смене и перестройке биоценозов, а затем при низких pH к их полной деградации.

При $pH < 6,0$ гибнут ракообразные, улитки, снижается активность фитопланктона одни его виды сменяют другие

При $pH < 5,8$ гибнут лосось, форель, плотва, многие виды фитопланктона.

При $pH < 5,5$ гибнут сиг и хариус, заметно снижается численность популяций придонных организмов (бентоса).

При $pH < 5$ активизируются водоросли – обрастатели и сине-зеленые водоросли.

При $pH < 4,5$ прекращаются все «нормальные» формы жизни.

- Какие изменения начнут происходить в озере, рядом с которым располагается ТЭС, если спустя год после запуска ТЭС в эксплуатацию кислотность воды в нем от исходного уровня 6,5 понизится до $pH = 6$, спустя 2 года - до $pH = 5,8$, спустя 4 года - до $pH = 5,0$?

- Каким образом лесные почвы и сами леса по берегам озера могут влиять на кислотность воды в нем?

- Можно ли поддерживать необходимую кислотность в озере искусственным способом?

5. Ознакомьтесь со следующей справкой и ответьте на поставленные вопросы.

Справка. Диоксид серы негативно воздействует также на лесные угодья. Многие лесные растения очень чутко реагируют на присутствие SO_2 в воздухе. Приведенные ранее значения санитарно-гигиенических ПДК для SO_2 определены с целью контроля опасных воздействий на человека. Для некоторых северных растений также определены ПДК по SO_2 (ПДК многолетние, т.е. при условии действия загрязнителя в течении нескольких лет), которые имеют следующие значения:

для эпифитных кустистых лишайников $< 0,003 \text{ мг/м}^3$,

для эпифитных листовых лишайников и мхов рода *Sphagnum* $0,003 - 0,007 \text{ мг/м}^3$, для накипных листовых лишайников на деревьях и камнях, мхов, а также

хвойных деревьев (ель, сосна) $0,007 - 0,009 \text{ мг/м}^3$,

для лиственницы, можжевельника $0,009 \text{ мг/м}^3$,

для ивы, осины, ольхи, ягодных кустарников (брусника, черника, голубика) $0,07 - 0,1 \text{ мг/м}^3$

Примечание. Эти значения установлены на стадии научных исследований.

- Сопоставьте ПДК для растений и санитарно-гигиенические ПДК. Гарантирует ли выполнение нормативов по санитарно-гигиеническим ПДК высокое качество природной среды?
- Допустим, что ТЭС предполагается разместить в одном из северных районов. Как будет изменяться лесная экосистема после ввода в эксплуатацию ТЭС? Какие виды растений пострадают в первую очередь?
- Чем объяснить высокую чувствительность к воздействиям и ранимость северных экосистем?

6. Дайте ориентировочный прогноз изменения экосистемы озера в связи с его тепловым загрязнением, которое будет происходить из-за работы ТЭС. Примите, что температура воды в озере в летний период вблизи ТЭС поднимается на 7°C , а в зимний - на 10°C . В озере до строительства ТЭС преобладали диатомовые водоросли, водились плотва, лещ, налим и сиг, на дне обитали моллюски. Средняя температура воды летом до строительства ТЭС - 20°C .

Справка. Тепловое загрязнение вод влечет ряд последствий, которые в целом негативно сказываются на состоянии водных экосистем.

Теплая вода, сбрасываемая электростанцией, сосредотачивается в приповерхностной зоне водоема (т.н. тепловая стратификация вод), и поэтому тепловое загрязнение способно охватить большую площадь. В этой же зоне, как известно, развивается основная масса фитопланктона, составляющего основу кормовой базы водоема. С повышением температуры одни виды фитопланктона начинают сменяться другими. Так, диатомовые водоросли холодолюбивы и размножаются при температуре $< 16^{\circ}\text{C}$. С повышением температуры биомасса диатомовых быстро падает и на смену им приходят зеленые водоросли. При повышении температуры $> 25^{\circ}\text{C}$ начинают активно развиваться сине-зеленые водоросли (цианобактерии).

Сине-зеленые водоросли - признак экологического неблагополучия. Многие виды этих водорослей способны развиваться в экстремальных условиях, выделяют при отмирании токсические вещества. Ими практически не питаются никакие водные организмы, и поэтому их развитие не ограничено влиянием последующих трофических уровней и носит характер вспышки, часто называемой «цветением» воды. В Финском заливе, например, сине-зеленые водоросли формируют огромные пласты толщиной 30-35 см, плавающие в воде и выбрасываемые на берег.

Увеличение температуры воды ведет к уменьшению содержания в ней кислорода. Кроме того, увеличивается и потребление кислорода холоднокровными организмами, например рыбами. Так, повышение температуры на 10°C увеличивает у них интенсивность обмена веществ в 2,2 раза. Более существенным обстоятельством, ведущим к уменьшению содержания кислорода, является загрязнение воды органическими веществами. Повышение температуры в этом случае заметно усиливает негативный эффект, так как интенсифицируются процессы брожения, что требует все большего количества кислорода.

Повышение температуры воды ведет к уменьшению содержания в ней ионов Ca^{+} , которые входят в состав скелета рыб и служат для построения раковин моллюсков.

Разные виды неодинаково приспособлены к изменению температуры. Например, средняя продолжительность жизни представителей зоопланктона - рачков *Daphnia* при температуре воды 30°C в три раза меньше, чем при 15°C .

Моллюски также чувствительны к тепловому загрязнению. Так, повышение температуры воды в реке св. Лаврентия на 10°C вблизи АЭС привело к полному уничтожению фауны моллюсков на акватории более 40 га.

Рыбы более приспособлены к изменениям температуры и способны покинуть неблагоприятные в температурном отношении места. Влияние температурного фактора на рыб может быть разным. Так плотва погибает при температуре $> 34^{\circ}\text{C}$, а лососевые - при 24°C .

Однако температурный фактор очень сильно влияет на развитие икры. Так, для икры налима интервал допустимых температур составляет $0,5 - 1^{\circ}\text{C}$, для сига - $0 - 3^{\circ}\text{C}$, в то же время для плотвы - $5 - 20^{\circ}\text{C}$, для леща - $8 - 23^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, тепловое загрязнение может привести к существенной перестройке биоценозов, сопровождающейся уменьшением биоразнообразия. Отмечено, что в местах теплового загрязнения показатель видового разнообразия может падать в 1,5-2 раза. В ряде случаев тепловое загрязнение может привести к полной деградации зоны, подверженной его влиянию.

- Какие меры можно предпринять для уменьшения теплового загрязнения вод?
- Влияют ли гидроэлектростанции на тепловой режим вод?

7. Это небольшое задание посвящено проблеме твердых отходов, образующихся при работе ТЭС. Накопление, прежде всего, громадного количества золы и шлаков влечет за собой серьезные экологические последствия, и по-этому в разделе ОВОС должны содержаться необходимые прогнозы и оценки, касающиеся влияния золоотвалов на природу.

Ознакомьтесь со следующей справкой и дайте свои прогнозные оценки изменений в окружающей среде в связи с влиянием золоотвалов. Определите, какое количество золошлаковых отходов будет давать проектируемая ТЭС.

Справка. Золошлаковые отходы, образующиеся после сгорания угля, содержат различные химические элементы, избыток которых в почве или воде может существенно повлиять на состояние экосистемы. Относительное содержание этих элементов зависит от качества используемого угля, его месторождения.

К примеру, содержание некоторых элементов в пробах золошлаков Шатурской ТЭС составляет (мг/кг): Mn - 36, Cu - 38, Sr - 0,7, Mg - 164, Zn - 169, Pb - 33, Fe - 911.

Золоотвалы занимают значительные территории и искажают ландшафт, загрязняют атмосферу за счет пылеобразования, подземные и поверхностные воды за счет промывания отвалов дождевыми и талыми водами. Золошлаковые отходы до сих пор имеют ограниченное применение, например, при изготовлении строительных материалов, в качестве наполнителя, или при строительстве автомобильных дорог.

Энергетика СССР в 1990 г давала 100 млн. т золошлаковых отходов, из которых лишь 10% использовалось для дальнейшего применения.

• Какое количество золошлаковых отходов будет накапливаться ежегодно при работе рассматриваемой ТЭС, если на 1 кВт-ч вырабатываемой энергии приходится 30 г твердых отходов?

•Насколько удачно проектировщики выбрали месторасположение золоотвала?

•Определите какое количество свинца будет содержаться в золоотвале через четыре года? Допустим, что незначительная часть этого свинца попала в водоем, где его содержание повысилось до 0,02 мг/л, что меньше санитарно-токсикологической ПДК, равной 0,03 мг/л.

Свидетельствует ли это об экологической безопасности загрязнения воды свинцом? Как будет изменяться концентрация свинца при переходе от одного трофического уровня к другому?

•Какие мероприятия можно предложить для уменьшения негативного влияния золоотвала на качество подземных и поверхностных вод?

8. Загрязнение воздуха, прежде всего диоксидом серы, негативно сказывается на состоянии строительных материалов, приводит к ускоренной эрозии красок, коррозии металлических конструкций.

Оцените годовой ущерб, связанный с необходимостью обновления крашенных поверхностей зданий в городе, исходя из того, что 8-летний эксплуатационный срок

краски сокращается вдвое, средняя площадь поверхности одного здания - 1000 м², количество зданий - 1000, а стоимость покраски 1 м² эквивалентна 1\$.

Содержание ОВОС при оценке воздействия на окружающую среду объектов промышленности (объектов газовой промышленности, по материалам разработки Южншигипрогаз, г. Донецк)

Характеристика намечаемой хозяйственной деятельности

1.1. Назначение объекта

Обоснование необходимости строительства объекта со ссылкой на документы.

Наличие объекта в Генеральной схеме развития газовой промышленности, а также в схеме развития района.

Виды товарной продукции, потребность в продукции и направление использования в народном хозяйстве страны, а также использование для местных нужд.

Ориентировочные сроки строительства, срок ввода в эксплуатацию, период выхода на проектную производительность, перспективы развития. Срок эксплуатации объекта.

Наличие особых указаний, ограничений, требований: необходимость строительства объектов подготовительного периода - транспортных коммуникаций (количество и вид), баз, причалов и др.; указание определенных сезонных видов работ или ограничение сроков работы на местности.

1.2. Потребность в элементах ОС

Потребность в элементах ОС представить по периодам: строительство объекта (с указанием срока), период эксплуатации (количество лет).

Потребность в элементах ОС и ее удовлетворение за счет местных источников и/или доставляемых из других районов страны, например, трудовые ресурсы (указать откуда и количество): земля (в т.ч. постоянное и временное отчуждение), воздух (кислород), вода, местные строительные материалы.

Анализируемые данные представить в таблице 34.

Таблица 34 – Потребность в элементах среды по объекту

Наименование периодов	Элементы ОС						Примечание			
	трудоу ресурсы		всего	земля		вода, тыс. м ³ /год		проч. элем. (вид, к-во)		
	тыс. чел.	в т.ч. из др. районов		в т.ч.						
1	2	3	4	постоянно	временно	5	6	7	8	9
1. Изыскания										
2. Строительство										
3. Эксплуатация										

1.3 Отходы, выбросы в ОС

Данные по отходам представлять по среднегодовым периодам: изысканий, строительства, эксплуатации (среднегодовые за период выхода на проектную производительность) в соответствии с таблицей 35.

Таблица 35– Данные по отходам производства

Наименование периода	Перечень, количество				
	в атмосферу	в водоемы	в грунт		в недра
			твердые	жидкие	
1	2	3	4	5	6
1. Изыскания					
2. Строительство, всего, в среднем в год					
3. Эксплуатация, всего, в среднем в год					

Современное состояние и прогноз окружающей среды

1.4 Природная среда

К анализируемым компонентам отнесены воздушная среда, водная среда (включая поверхностные и подземные воды), почва недра, растения животные.

А т м о с ф е р а

Климатическая характеристика района, перечень контролируемых загрязнений атмосферы, фоновые концентрации за последние 5 лет, условия рассеивания и трансформация выбросов, неблагоприятные метеоусловия и их влияние на рассеивание.

В о д а

Перечень основных водоемов, их характеристики (гидрологическая, рыбохозяйственная), характеристика поверхностных и подземных вод, концентрация загрязняющих веществ за последние 5 лет, условия бассейна, определяющие процессы разбавления и трансформации.

1.5 П о ч в а

Почвенная характеристика административно-территориальной единицы - АТЕ (район, область, округ), в которой будет размещен промышленный объект.

Почвенные разности, их площади.

Участки с различной народнохозяйственной ценностью, выделенные на карте-схеме.

1.6 Р а с т е н и я

Общая характеристика растительности АТЕ. Виды растений (в пределах района размещения объекта), ареалы популяций и их численность.

Редкие, исчезающие, эндемические виды и виды, занесенные в Красную книгу.

Карта ареалов популяций растений.

Охраняемые территории (заповедники, заказники, парки и др.).

Участки леса по классам пожарной опасности.

1.7 Н е д р а

Наличие и расположение полезных ископаемых и редких геологических обнажений, минеральных образований. Карта-схема.

Водоносные горизонты пресных вод. Карта-схема.

1.8 Ж и в о т н ы е

Виды животных, ареалы их популяций и численность.

Редкие, исчезающие виды.

Виды, занесенные в Красную книгу.

Виды, имеющие народнохозяйственную ценность.

Карта-схема ареалов животных, в т.ч. особо ценных.

Пути миграции, места гнездования, кормежки, выведения потомства и др.

1.9 Общее санитарное состояние территории

Характеристика санитарного состояния производится для территорий АТЕ.

При этом выделяют участки территории с наиболее напряженной санитарной обстановкой и приводят их характеристику.

1.10 Население

Ближайшие населенные пункты от места строительства предприятия. Численность населения (городское, сельское). Этнический состав, специализация рабочего населения, избыток или недостаток рабочих кадров.

Медицинское обслуживание и здравоохранение.

Социальное обслуживание, заболевания (виды, число дней нетрудоспособности на 1 человека в год).

1.11 Прогноз состояния окружающей среды

Приводится прогноз состояния окружающей среды (природная среда и население), без учета строительства проектируемого объекта, представленный органами Госкомприроды.

Воздействия намечаемой хозяйственной деятельности

Анализируется взаимодействие производства (процесса), сырья, товарной продукции, отходов производства с элементами ОС по намечаемым вариантам производства и размещения объекта.

Приводится количественная сравнительная оценка вариантов проектируемого производства по их воздействию на окружающую природную среду.

Характеристика вариантов проектных решений включает 3 показателя:

1. Показатель использования сырья (ПИС).
2. Интегральный показатель экологической опасности факторов воздействия на ОС (ИПЭО).

3. Разнообразие (количество) факторов воздействия (H_{ϕ}).

ПИС отражает полноту использования сырья при производстве продукции.

ПИС находят по материальному балансу предприятия, вычисляя по формуле:

$$\text{ПИС}_j = \frac{\sum P_i}{\sum C_i} \cdot 100 \quad (\text{в } \%); \quad (1)$$

где j - номер варианта,

P_i - общее количество i -х видов сырья (т/год):

C_i - общее количество i -х видов производимой продукции (т/год).

Количественные показатели видов сырья и производимой продукции сводятся в таблицу.

ИПЭО - показывает экологическую опасность всего комплекса факторов воздействия на ОС.

Виды факторов воздействия:

1. Воздействия вещественные, вызванные действием потоков вещества на ОС (выбросы газов, жидкостей и твердых веществ).

2. Воздействия полей (электромагнитное излучение, радиация, свет, шум, тепло).

3. Воздействия механические, вызванные прямым изъятием элементов среды (площади постоянного и временного отвода земель).

Виды воздействий рассматриваются по периодам: изыскания, строительство, эксплуатация.

ИПЭО выражается числом (баллами), определенным по формуле:

$$\text{ИПЭО}_j = \sum_{i=1}^i \text{ПЭО}_i \quad (2)$$

где: ИПЭО_j – ИПЭО *j*-го варианта проектных решений;
ПЭО_{*i*} - показатель экологической опасности *i*-го фактора воздействия.

$$\text{ПЭО}_i = \frac{M_i}{\text{ДУВ}_i} \quad (\text{в баллах}) \quad (3)$$

где: *M* - максимальная интенсивность воздействия *i*-го фактора, характерная для рассматриваемого варианта проектируемого объекта. Выражается в единицах количества соответствующего фактора воздействия за единичный промежуток времени воздействия.

ДУВ_{*i*} - допустимый уровень воздействия на ОС. Выражается в единицах допустимого (нормативного) количества *i*-го фактора.

ПЭО газообразных выбросов определяется отношением объема выбросов конкретного загрязнителя (*Mr_i*) к величине его ПДК для населения, животных и растений или ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия).

$$\text{ПЭО}_{\text{г}_i} = \frac{M_{\text{г}_i} \quad (\text{кг / сут})}{\text{ПДК}_i \text{ или ОБУВ}_i \quad (\text{мг / м}^3)} \quad (\text{баллы}); \quad (4)$$

Для сбросов жидкостей:

$$\text{ПЭО}_{\text{ж}_i} = \frac{M_{\text{ж}_i} \quad (\text{кг / сут})}{\text{ПДК}_i \quad (\text{для водоемов}) \quad (\text{мг / л})} \quad (\text{баллы}); \quad (5)$$

где *Mж_i* - масса *i*-го - компонента, сбрасываемого в водоем (кг/сут).

Для твердых отходов:

$$\text{ПЭО}_{\text{т}_i} = \frac{M_{\text{т}_i} \quad (\text{кг / сут})}{\text{КО}_i \quad (\text{индексы})} \quad (\text{баллы}); \quad (6)$$

где: *Mт_i* - масса отходов *i*-го вещества за сутки;

КО_{*i*} - величина, численно равная классу опасности твердого *i*-го вещества.

Для I, II, III, IV классов опасности веществ величина КО_{*i*} принимается по индексам - 1, 2, 3, 4 - соответственно.

ПЭО для воздействия полей определяется по формуле:

$$\text{ПЭО}_{\text{т}} = \frac{\text{ИП}_i}{\text{ДУВ}_i} \text{ (баллы);} \quad (7)$$

где: ИП_i - интенсивность i -го источника излучения;

ДУВ_i - допустимый уровень i -го вида излучения.

ПЭО_{Mi} для механических факторов воздействия определяется величинами площадей постоянного и временного отвода земель, при этом принимается 1 га равен 1 баллу.

Полученные результаты сводятся в таблицу.

При определении показателей экологической опасности необходимо соблюдать одинаковую размерность используемых величин, входящих в соответствующую формулу. При этом размерность выбирается такой, чтобы величина баллов ПЭО_i выражалась небольшим целым числом (удобным для сравнения).

Разнообразие факторов воздействия (H_ϕ) определяется количеством рассмотренных видов факторов воздействия.

Выбор варианта по экологическим критериям проводится путем сравнения 3-х показателей: показателя использования сырья (ПИС), интегрального показателя экологической опасности выбросов (ИПЭО) и разнообразия факторов воздействия (H_ϕ).

С экологической точки зрения наилучшим вариантом является вариант с наименьшей величиной ИПЭО. Из числа вариантов с одинаковой величиной ИПЭО выбирают вариант с большей величиной ПИС. Из вариантов с одинаковыми величинами ИПЭО и ПИС отдают предпочтение варианту с меньшей величиной H_ϕ .

Для вариантов с одинаковыми значениями величин анализируемых показателей выбирается вариант с меньшей величиной показателя экологической опасности, определенный для аварийной ситуации.

Виды воздействия рассматриваются по периодам: изыскания, строительство, эксплуатация, авария.

Вероятные аварийные ситуации и их последствия

Перечень гипотетических аварий на проектируемых объектах (с помощью расчетов либо логических рассуждений). Оценка последствий таких аварий производится исходя из энергетических потенциалов проектируемых объектов, возможной длительности поступления сырья из недр земли и др.

Возможность и вероятность наступления аварийных ситуаций производится с использованием действующей методики по определению значений вероятности нежелательных событий на объекте.

Перечень возможных аварий, связанных со вспышками и взрывами пылегазовоздушных смесей, возможные последствия от аварий на работающих и население, на природу в целом, на здания и сооружения.

3.1. Сценарии развития аварийных ситуаций

Ход возможного развития аварии: нарушение технологического процесса - нарушения в конструкции коммуникаций и оборудовании - повреждение (нарушение целостности) коммуникаций или оборудования - связанное с этим выделение вредных, горючих или взрывчатых веществ - взрывы, пожары или токсическое действие вредных веществ, распространение, опасное воздействие на ОС и население.

3.2. Возможные причины возникновения аварий

Анализ причин наступления аварий и анализ возможного развития аварий должен быть подробным с учетом стихийных явлений, чтобы была на этой основе возможность разработки профилактических мер недопущения аварий или снижения их отрицательного воздействия.

Перечень проектируемых газоопасных объектов (с выделением особо опасных) по взрыву газа и пыли, привести характеристику (состав и свойства) взрывоопасных смесей, их источники выделения горючих веществ, рассчитать время образования взрывоопасных концентраций объектов и прилегающих к ним зон.

Перечислить все предполагаемые виды веществ и энергий потенциально опасных с точки зрения воспламенения пылегазовоздушных смесей (дуговые искры и разрывы, статическое электричество, фрикционное искрение и т.д.), источники их выделений, наиболее вероятные эпицентры возникновения очага воспламенения. Привести расчетные дозы воздействия на персонал и население токсичных газов в сопоставлении с ПДК рабочей зоны и населенных пунктов. Определить величину зон превышения уровня ПДК и нижнего предела взрывоопасности, а также механического и термического воздействия взрыва на ОС.

Мероприятия, снижающие воздействие объекта на ОС

Способы снижения отрицательных воздействий определяют после выделения объектов воздействия. При этом используют способы:

- а) снижающие интенсивность воздействующих факторов (газопоглощающие, пылеулавливающие, шумоподавляющие и др.);
- б) изменяющие направления воздействия (захоронение, утилизация и др.);
- в) восстанавливающие повреждения природной среды (рекультивация, подкормка животных и др.);
- г) преобразующие природную среду (изъятие отдельных видов организмов и содержание их в питомниках);
- д) регламентирующие природопользование (службы контроля, надзора).

Способы снижения отрицательных воздействий реализуются в виде разработки природоохранных мероприятий, направленных на охрану компонентов природной среды.

Для каждого используемого природоохранного мероприятия находят его экологическую и экономическую эффективность.

Эколого-экономическая оценка последствий воздействия промышленного объекта на объект среды (ОС)

4.1. Объекты воздействия

В разделе приводятся сведения о направленности факторов воздействия на элементы природной среды и население с выделением объектов воздействия в зоне влияния объекта (предприятия).

Согласно природоохранному законодательству особо охраняемые территории не должны относиться к объектам воздействия, однако в ОВОСе указанные территории необходимо приводить, чтобы показать отсутствие воздействия со стороны проектируемого объекта.

4.2. Последствия воздействия

Экологические

Остаточные последствия воздействия на элементы природной среды оцениваются снижением величины загрязнений воздушного бассейна и водной среды, а также величиной потерь природных ресурсов.

Границы зоны влияния предприятия определяются по контуру распределения предельно допустимых воздействий на наиболее чувствительные элементы природной среды.

Предельно допустимые воздействия принимаются по природоохранным нормам и правилам проектирования (ПНиП).

Оценка экологических последствий включает качественную и количественную характеристику ожидаемых изменений в экосистемах, затрагиваемых зоной влияния загрязняющих факторов промышленного объекта.

Характеристика качественных изменений в природной среде должна отражать характер изменений наиболее ценных видов природных ресурсов на всех этапах реализации проекта с приведением долгосрочного прогноза.

Снижение величины загрязнений воздушного бассейна и водной среды определяется после внедрения на объекте намечаемых природоохранных мероприятий по методологии требований СНиПа 1.02.01-85.

Величина потерь элементов природной среды (P_i) для почвы, растений и животных, определяется по формулам:

для почвы

$$P_{пi} = \frac{C_{вi}}{C_{oi}} \cdot 100 \quad (\%); \quad (8)$$

где: $P_{пi}$ - потери для i -го вида почвы, %;

$C_{вi}$ - площадь i -го вида почв в пределах зоны влияния загрязняющих факторов, га;

C_{oi} - площадь i -го вида почв в АТЕ, га;

для растений и животных

$$P_{фi} = \frac{C_{нi}}{C_{ai}} \cdot 100 \quad (\%); \quad (9)$$

где $P_{фi}$ - потери отдельных i -х видов растений и животных (%);

$C_{нi}$ - часть ареала i -го вида, находящегося в зоне влияния загрязняющих факторов объектов, га;

C_{ai} - площадь ареала i -го вида в пределах АТЕ, га.

Натурный ущерб (потери) по флоре и фауне определяется по формуле:

$$U_{нi} = P_i \times C_{нi} \begin{pmatrix} \text{в единицах биомассы} \\ \text{или в штуках особей} \end{pmatrix} \quad (10)$$

где $U_{нi}$ - ущерб натурный для i -го вида растений и животных, выраженный в единицах биомассы, или количества особей;

P_i - плотность популяции i -го вида (особей/га) либо (биомасса/га).

Социальные

Характеристика влияний намечаемой хозяйственной деятельности на развитие района с учетом перспективы (освоение района, газоснабжение, занятость населения и т.д.). Возможное загрязнение ОС, какими веществами и их влияние на жизнедеятельность местного населения. Обосновать границы воздействия на людей и различные объекты ОС (выбросы, шум и др.).

Эколого-экономическая оценка

Эколого-экономическая оценка выполняется на основании следующих исходных данных по всем вариантам намечаемой хозяйственной деятельности и размещения объекта:

- источники воздействия и виды воздействия на ОС;
- экологические требования и ограничения на рассматриваемый период;
- последствие воздействий на ОС.

В результате анализа исходных данных исключаются варианты превышающие экологические требования и ограничения.

По оставшимся вариантам определяются и оцениваются социально-экономические последствия, вызванные воздействием на ОС.

При этом рассчитываются следующие показатели:

- общественная стоимость каждого варианта (затраты на строительство, эксплуатацию и ликвидацию объекта, компенсации потерь продукции в регионе размещения, вызванных экологическими последствиями, долевое участие в затратах региона по предотвращению и ликвидации возникших или существующих негативных экологических последствий, прирост мощностей строительной, топливно-энергетической базы и производственной инфраструктуры в районе размещения, стоимость природных ресурсов, изымаемых и потребляемых в процессе производства, а также используемых для ассимиляции или захоронения отходов и др.;

- рассчитывается стоимость платы за загрязнение воздушного бассейна и водной среды;

- народно-хозяйственная эффективность;
- хозрасчетная эффективность;

Проводится общая эколого-экономическая оценка, в которой в стоимостной форме суммируются "за" и "против".

Сравниваемые варианты должны быть сопоставимыми по основным показателям. Критерием оценки является степень воздействия на ОС и социально-экономические показатели.

Учитываются такие результаты, которые не имеют непосредственного денежного выражения: предотвращение сокращения генетического фонда животных и растений, сохранение эстетической ценности природных ландшафтов, памятников природы, воздействия на недра и т.п.

Результаты расчетов приводятся в таблице 36.

Таблица 36 – Потеря природных ресурсов, одного из рассматриваемых вариантов проектного решения

Виды ресурсов	Потери ресурсов			
	единица измерения	величина потерь ресурсов	стоимость за единицу	стоимость потерь ресурса
Воздух Вода Почва Растения Животные и др.			t	

Показатели экономической оценки представляются по таблице 37.

Таблица 37 – Экономическая оценка рассматриваемых вариантов

Варианты	Общественная стоимость, млн. руб. (тыс. руб.)	Экономическая эффективность, млн. руб. (тыс. руб.)		Плата за загрязнение среды, млн. руб. (тыс. руб.)		
		народнохозяйственная	хозрасчетная	воздух	вода	твердые отходы
I II и т.д.						

Социальные последствия воздействия объекта характеризуются позитивным и негативным воздействием. Результаты сводятся в таблицу 38.

Таблица 38 – Социальные последствия при строительстве объектов газовой промышленности

Варианты	Позитивные факторы				потребность в рабочих кадрах, тыс. чел.	Негативное воздействие	Примечание
	строительство объектов		обеспечение населения газом и др. товарн. продукции				
	перечень	основная техническая характеристика	газом (количество), млн. м ³ /год	товарной продукцией (вид, количество)			
1	2	3	4	5	6	7	8
I II и т.д.							

Оформление и согласование

1. Материалы ОВОС для ТЭО (ТЭР) и проектов оформляются в два этапа:
 - в первом этапе на стадии выбора площадки (трассы) выполняется предварительная ОВОС в составе материалов по выбору площадок (трасс);
 - во втором этапе в составе раздела "Охрана окружающей среды" ТЭО (ТЭР) или проекта выполняется специальный раздел "Оценка воздействия на окружающую среду".

2. Материалы первого этапа рассматриваются и согласовываются местными органами и органами государственного надзора в составе материалов выбора площадок (трасс), как это установлено пунктом 1.16 СНиП 1.02.01-85. В состав комиссии по выбору площадок включаются представители местного органа Госкомприроды и общественности.

Акт о выборе площадки (трассы) является документом о согласовании намечаемых проектных решений и в том числе ОВОС с органами Госнадзора, местным органом Госкомприроды и общественностью. В Приложении к акту выбора площадок приводятся результаты обсуждения ОВОС с представителями общественности.

3. Материалы для выбора площадок с предварительной ОВОС, а также акт выбора площадок (трасс) с согласованиями намечаемых проектных решений с местными органами и органами государственного надзора, включаются в состав ТЭО (ТЭР).

4. Уточненная ОВОС в составе ТЭО (ТЭР) или проекта представляется на государственную экологическую экспертизу в органы системы Госкомприроды СССР.

5. Проекты, включая разделы ОВОС, ТЭО (ТЭР) которые проходили экологическую экспертизу и в которых технические решения по охране окружающей среды соответствуют решениям ТЭО (ТЭР), на экологическую экспертизу не представляются, за исключением тех случаев, когда требование о представлении проекта на экологическую экспертизу отражено в Решении Государственной экологической экспертизы по ТЭО (ТЭР).

6. ОВОС должна выполняться на периоды изысканий, строительства, нормального функционирования объекта и аварийные ситуации.

Рекомендации по уменьшению отрицательного воздействия хозяйственной деятельности на период строительства должны отражаться в разделах "Организация строительства" ТЭО (ТЭР) и проектов.

Занятие № 11

Тема: Основы метода анализа иерархий

Цель: освоить метод анализа иерархий для выяснения влияния ряда внешних и внутренних факторов на размещение объекта

Учебный материал

Метод анализа иерархий является системной процедурой для иерархического представления элементов, определяющих содержание проблемы. В основе метода лежат декомпозиция проблемы на более простые составляющие части и дальнейшая обработка суждений на каждом иерархическом уровне с помощью парных сравнений. В результате может быть выражена относительная степень (интенсивность) взаимодействия элементов в рассматриваемом иерархическом уровне или предпочтение одних элементов по отношению к другим. Этим суждениям придается численная оценка. Метод включает также процедуры синтеза множественных суждений, определения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений. Реализация метода подлежит проверке и переосмыслению в случае необходимости до тех пор, пока не будет уверенности, что охвачены все важные для представления и решения проблемы стороны. При этом результаты, полученные на одном из иерар-

хических уровней, используются в качестве входных данных при изучении последующего уровня.

Процедура экспертного оценивания должна быть тщательно подготовлена и организована в системном плане.

На первом этапе, изучив доступную информацию, необходимо всесторонне охарактеризовать проблему, выявить заинтересованные стороны, влияющие на исход ее решения, а также те объекты, которые будут испытывать воздействие со стороны планируемой деятельности. Необходимо выполнить также анализ целей, которые преследуются в связи с решением поставленной проблемы. Эта работа, впрочем, как и последующая, за исключением проставления собственно экспертных оценок в матрицах парных сравнений, осуществляется группой системных специалистов.

Второй этап состоит в построении иерархий, начиная с вершины (цели — точки зрения управления), через промежуточные уровни (критерии, от которых зависят последующие уровни) к самому нижнему уровню, который является перечнем альтернатив (исследуемых вариантов).

На каждом нижележащем иерархическом уровне структурные элементы располагаются в матрицах парных сравнений, в которых собственно и проставляются экспертные оценки. Здесь в каждой клетке матрицы эксперту необходимо выразить результат сравнения двух объектов или процессов в виде разумных чисел. Для определения этих чисел служит специальная шкала сравнения, позволяющая присваивать численные оценки, характеризующие превосходство одного элемента изучаемой системы над другим.

Для матриц парных сравнений необходимо выполнить оценку согласованности экспертных суждений. Условие согласованности см. в п. 3.5.3. Если условие согласованности не выполнено, то необходимо переосмыслить задачу на данном конкретном иерархическом уровне и повторить процедуру экспертного оценивания.

На каждом уровне иерархии определяется свой вектор приоритетов, который взвешивается коэффициентами важности (весами) вышестоящего уровня. В результате получается вектор глобальных (обобщенных) приоритетов относительно рассматриваемых вариантов, который дает характеристику их предпочтительности (эффективности с точки зрения экспертов) для достижения основной цели.

Схема попарных сравнений (реальная схема)

На практике при проведении экспертного оценивания экспертам очень трудно одновременно сопоставить свойства всей группы сравниваемых объектов (факторов) A_1, A_2, \dots, A_n , которых может быть весьма много, и назначить им соответствующие веса w_1, w_2, \dots, w_n . Куда легче сравнивать объекты попарно, характеризуя с помощью какой-либо шкалы оценок степень преимущества одного объекта над другим. Взвешивая экспертно превосходство одного объекта над другим, и не удерживая в памяти все множество отношений между рассматриваемыми объектами, мы вправе рассчитывать на то, что экспертное оценивание будет более обоснованным и корректным. Схема попарного сравнения объектов широко используется в различных методах экспертного оценивания и приводит к построению ***матрицы парных сравнений***

$$A^* = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

Заполняя клетки этой матрицы, при парном сравнении эксперт не знает всего набора чисел w_1, w_2, \dots, w_m т.е. весов объектов. Его задача как раз и состоит в том, чтобы определить их впоследствии. При парном сравнении матрица заполняется числами $a_{ij} = w_i / w_j$, характеризующими относительное превосходство (важность, вес) объекта A_i над объектом A_j , в то время как собственные веса этих объектов w_i и w_j пока еще не определены. Иными словами, a_{ij} назначается экспертом, а веса w_i и w_j , образующие при делении друг на друга величину a_{ij} , подлежат последующему определению.

Для назначения чисел a_{ij} необходимо договориться о шкале, по которой будет оцениваться превосходство одного объекта над другим при их попарном сравнении. Для целей экспертного оценивания примем 9-балльную шкалу, предложенную автором метода анализа иерархий Томасом Саати [1].

Таблица 39 – Шкала «весов» объекта Т. Саати

Интенсивность относительной важности в баллах	Определение	Объяснение
1	Равная важность	Важность объектов (факторов) A_i и A_j одинакова
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному объекту (фактору) над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Имеющиеся данные свидетельствуют о заметном превосходстве A_i над A_j
7	Очень сильное превосходство	Превосходство объекта (фактора) A_i над A_j очевидно
9	Абсолютное превосходство	Очевидность превосходства A_i над A_j подтверждается всеми имеющимися признаками
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссных случаях

Шкала относительной важности

Шкала относительной важности содержит, очевидно, и все обратные числа $1/9, 1/7, 1/5, 1/3$ и промежуточные значения $1/8, 1/6, 1/4, 1/2$.

Матрица парных сравнений заполняется, как правило, следующим образом. Объект A_1 сравнивают со всеми остальными A_2, \dots, A_n , заполняя последовательно первую строку матрицы. Затем объект A_2 сравнивают со всеми остальными, заполняя вторую строку числами a_{ij} , определяемыми по шкале относительной важности и так далее. Если вес объекта A_i равен весу объекта A_j то согласно шкале $a_{ij} = 1$. Если вес объекта A_i больше веса объекта A_j то в соответствии со шкалой эксперт определяет степень превосходства, выраженную в баллах, причем $a_{ij} > 1$. Если наоборот вес объекта A_i меньше веса объекта A_j то по шкале задается балльная оценка $a_{ij} < 1$.

По правилам заполнения матриц парных сравнений должны выполняться условия:

1. $a_{ij} = w_i / w_j > 0$ для всех i и j , так как все балльные оценки положительны.
2. $a_{ii} = w_i / w_i = 1$ для всех $i = 1, 2, \dots, n$.
3. Элементы матрицы A обладают обратной симметрией, а именно $a_{ij} = 1/a_{ji}$, иначе говоря, если превосходство объекта A_i над объектом A_j оценивается по

шкале, например, в 5 баллов и $ay = 5$, то обратное сопоставление объекта A_j с A_i должно автоматически давать оценку $a_{ij} = 1/5$.

Очевидно, что в силу обратной симметричности при заполнении матрицы парных сравнений удобно определять только элементы, стоящие выше диагонали. Диагональные элементы равны единице, а элементы под диагональю в силу обратной симметричности определяются автоматически.

Необходимо обратить внимание на то, что матрица парных сравнений обладает всеми свойствами матрицы относительных весов в схеме идеального сравнения, кроме четвертого. Таким образом, она не обладает, вообще говоря, свойством совместности $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$. Это, очевидно, происходит из-за того, что эксперт не знает точно веса объектов w_1, w_2, \dots, w_n , а оперирует лишь их отношениями a_{ij} .

Можно найти максимальное вещественное собственное значение λ_{max}^* и собственный вектор w^* матрицы парных сравнений.

λ_{max}^* и w^* не совпадают с соответствующим собственным значением $\lambda_{max} = n$ и собственным вектором w матрицы относительных весов в схеме идеального сравнения. Можно доказать, что в общем случае имеет место неравенство $\lambda_{max}^* \geq n$, причем равенство достигается тогда и только тогда, когда матрица A^* является совместной, т.е. выполняется четвертое свойство $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$.

Идея Т. Саати [1], состоит в том, что коэффициенты a_{ij} матрицы парных сравнений A^* заданы сравнительно точно, т.е. отклонения a_{ij} от истинных отношений весов w_i/w_j незначительны.

Тогда можно надеяться, что и λ_{max}^* будет близко к n . Здесь используется известное положение линейной алгебры, согласно которому малым отклонениям от исходных значений элементов матрицы соответствует малое отклонение ее собственных значений.

Определив λ_{max}^* одним из методов линейной алгебры, можно найти и вектор w^* , который будет мало отличаться от «истинного» вектора w . Вектор w^* определяется, например, из системы однородных уравнений

$$(A - \lambda_{max}^* E) w^* = 0. \quad (59)$$

Вектор w^* , удовлетворяющий условию нормирования

$$w_1^* + w_2^* + \dots + w_n^* = 1, \quad (60)$$

как доказывается в линейной алгебре, всегда существует и определяется однозначно.

Применение предложенного подхода будет оправдано, если реальная ситуация окажется близкой к идеальной. В качестве меры отклонения реальной схемы от идеальной согласно [1] используется *индекс совместности*, определяемый по формуле

$$I_c = \frac{\lambda_{max}^* - n}{n - 1}$$

Если $I_c < 0,2$, то считается, что расхождение между идеальной и реальной схемами сравнения находится в допустимых пределах и полученным результатам можно

доверять. Если это условие не выполняется, следует пересмотреть задачу, уточнить экспертные оценки и заново сформировать матрицу парных сравнений A^* .

В частном случае $n = 2$ характеристическое уравнение любой обратно симметричной положительной матрицы с единичными диагональными членами будет иметь вид:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & a_{12} \\ 1/a_{12} & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

или, раскрывая детерминант $(1-\lambda)(1-\lambda) - 1 = 0$

Последнее уравнение имеет два корня, которые равны 0 и 2. Таким образом, в этом частном случае всегда $\lambda^*_{\max} = n = 2$, т.е. всегда имеет место полная согласованность ($I_c = 0$), а значит и полное совпадение реальной и идеальной схем сравнения.

Основные этапы определения весов объектов в соответствии с методом Т. Саати

1. Построить матрицу парных сравнений A^* , удовлетворяющую первым трем из перечисленных выше требований.

2. Найти максимальное собственное значение λ^*_{\max} для матрицы A^* с помощью одного из известных математических численных методов. Проверить, что $\lambda^*_{\max} \geq n$.

3. Определить собственный вектор w^* , исходя из уравнения (59), или, приближенным способом.

4. Выполнить нормирование вектора w^* .

5. Вычислить индекс согласованности по формуле (61). Убедиться, что $I_c < 0,2$. В том случае, если это условие не выполняется необходимо переосмыслить задачу, задать другие экспертные оценки, заново составляя матрицу парных сравнений. Вектор w^* является окончательным решением задачи.

Компоненты вектора w^* приближенно определяют веса (значимость, интенсивность) сравниваемых объектов (факторов). Очевидно, что большие по величине компоненты соответствуют более важному (значимому) с точки зрения эксперта фактору.

Способы приближенного определения собственных значений и собственных векторов матрицы парных сравнений

В книге Т. Саати [1] предлагаются следующие приближенные способы определения собственных значений и собственных векторов матрицы парных сравнений.

1. Алгоритм приближенного определения собственного вектора матрицы A .

Если имеется матрица парных сравнений

$$A^* = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

то компонента её собственного вектора

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} \text{ может быть вычислена по формуле:}$$

$$w_i = \sqrt[n]{a_{n1} a_{i2} a_{i3} \dots a_{in}}$$

2. Алгоритм приближенного вычисления собственного значения λ_{max}^* матрицы A^*
 а) найти сумму каждого столбца матрицы A^*

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

б) умножить сумму каждого столбца S_j на соответствующую по номеру компоненту w_j нормализованного собственного вектора;

в) определить $\lambda_{max}^* = \sum_{j=1}^n S_j w_j = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} w_j$

3. Алгоритм построения нормированного вектора.

Пусть дан ненормированный вектор w^* , т.е. его компоненты не отвечают условию: $w_1^* + w_2^* + \dots + w_n^* = 1$. Для того, чтобы нормировать вектор найдем сумму всех его

компонент $\sum_{i=1}^n w_i^*$, после чего компоненты нормированного вектора можно определить следующим образом:

$$\begin{pmatrix} w_1^* / \sum_{i=1}^n w_i^* \\ w_2^* / \sum_{i=1}^n w_i^* \\ \vdots \\ w_n^* / \sum_{i=1}^n w_i^* \end{pmatrix}$$

Пример использования метода анализа иерархий

Рассмотрим пример, который связан с экологической и природоохранной проблематикой.

Проблемная ситуация отражена на рис. 14. В устье р. Дальней, впадающей в морской залив, находится населенный пункт, к которому подходит железная дорога. На берегу залива планируется построить нефтеналивной порт. Рассматривается три варианта размещения порта А, Б, В, площадки для которых указаны на рисунке пунктиром. Необходимо выбрать наиболее приемлемую с экологических позиций площадку для строительства, учитывая главные экологические особенности территории и акватории залива. Очевидно, что с экологических позиций каждый вариант обладает своими преимуществами и недостатками.

Вариант А хорош тем, что занимает неудобные, а значит дешевые земли, не затрагивает лесных и пахотных угодий, расположен близко к населенному пункту, протяженность новых дорог и трубопроводов, которые придется прокладывать к новому порту, невелика. Вместе с тем при строительстве порта в этом месте потребуются провести значительные дноуглубительные работы для создания морского канала, прогнозируемый уровень загрязнения водной среды неблагоприятный из-за высокого

фоновом загрязнении пресных вод, выносимых рекой. Фарватер сложный и вероятность аварий на нем наиболее велика.

Вариант Б отличается тем, что находится в глубоководной части залива и большого объема дноуглубительных работ, пагубно влияющих на гидробионтов, не потребуется. Однако, недалеко находится заказник и небольшая деревня. Будущий порт не затронет границ заказника, однако дополнительное воздействие на него будет оказывать. Прокладка транспортных магистралей к порту потребует занятия пахотных угодий, поскольку по берегу в водоохранной зоне прокладывать магистрали нельзя. Кроме того, трубопроводом придется пересечь реку.

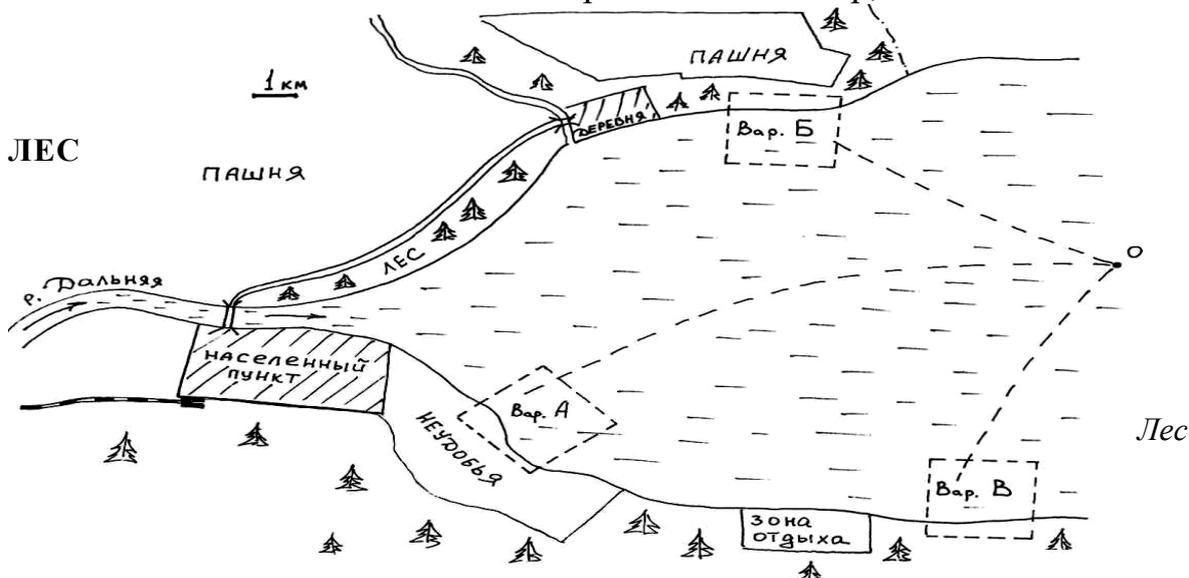
Вариант В требует проведения дноуглубительных работ, но их объем значительно меньше, чем для варианта А. Прокладка магистралей потребует изъятия лесных и частично неудобных земель. Неблагоприятным моментом является близость к будущему порту зоны отдыха.

Определим цель исследования: **необходимо выбрать наиболее приемлемый с экологических позиций вариант размещения нового порта.**

Далее необходимо построить иерархию, начиная с вершины (цели) через промежуточные уровни (критерии) к самому нижнему уровню, который является перечнем вариантов. Для того, чтобы правильно выбрать критерии и, тем более, осмысленно дать им весовые оценки в попарном сравнении, рабочей группе, а затем экспертам необходимо всесторонне и тщательно изучить проблему, освоить всю необходимую доступную информацию. В данном примере не представляется возможным детально описать проблемную ситуацию, дать исчерпывающие характеристики окружающей среды, поэтому ограничимся имеющейся скромной информацией. Ниже построена простейшая иерархическая структура, где имеется всего лишь один уровень критериев (только по экологическим признакам) и перечень рассматриваемых альтернатив А, Б, В.

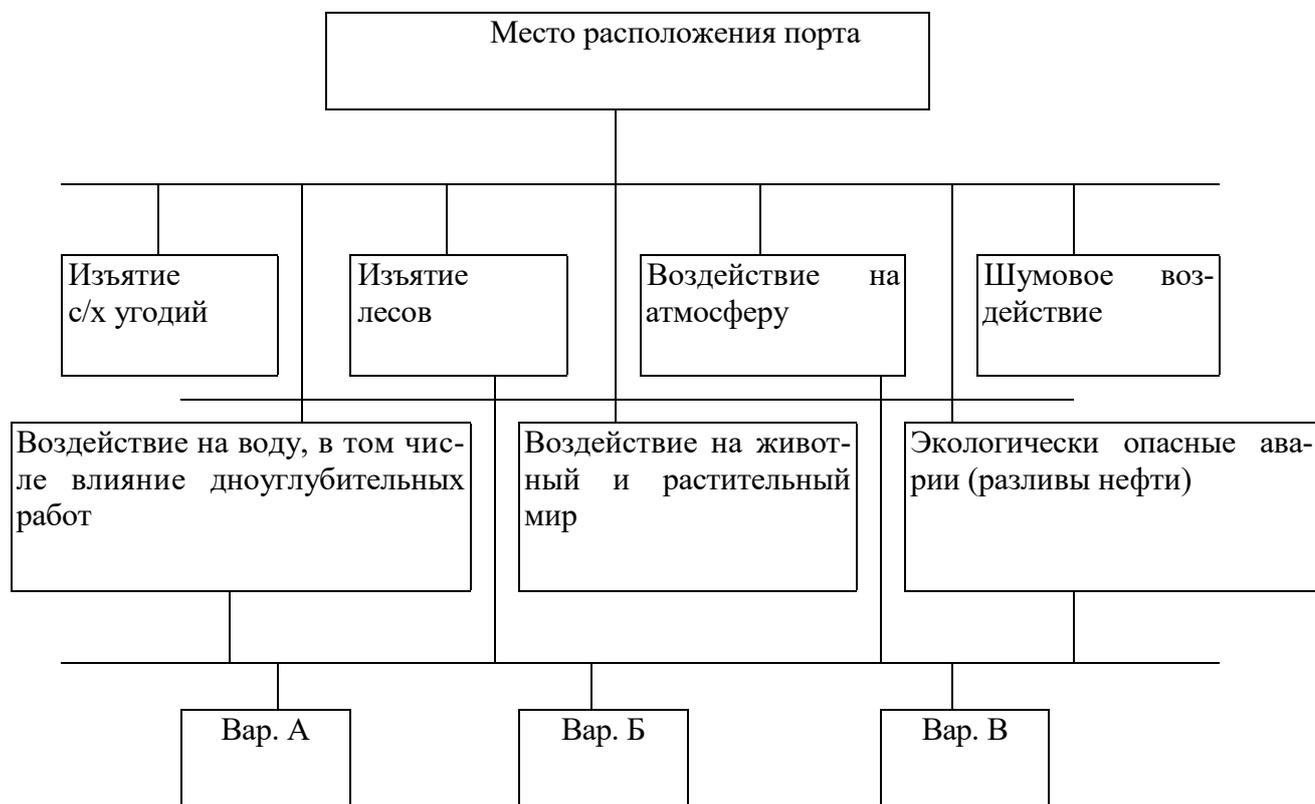
Выбранные критерии для удобства дальнейших вычислений пронумеруем:

- №1 – изъятие сельхозугодий;
- №2 – изъятие лесов;
- №3 – воздействие на атмосферу;
- №4 – шумовое воздействие;
- №5 – воздействие на воду, в том числе влияние дноуглубительных работ;
- №6 – воздействие на животный и растительный мир;



№7 – экологически опасные аварии. Заказник

Рисунок 14 – Схема вариантов размещения портовых площадок



Матрицу парных сравнений для уровня критериев оформим в виде таблицы, используя 9-балльную шкалу оценок.

Критерии	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	w^*	w^* норм
№1	1	5	3	3	1/4	5	1/7	1,34	0,125
№2	1/5	1	1/3	1/3	1/6	1/3	1/7	0,29	0,027
№3	1/3	3	1	1	1/4	3	1/7	0,72	0,067
№4	1/3	3	1	1	1/5	2	1/7	0,68	0,063
№5	4	6	4	5	1	8	2	3,58	0,334
№6	1/5	3	1/3	1/2	1/8	1	1/8	0,40	0,037
№7	7	7	7	7	1/2	8	1	3,70	0,345
Сумма элементов по столбцам	13,06	28	16,33	17,83	2,49	27,33	3,69	10,71	

Как видно из рассматриваемой матрицы, например, фактору №1 (изъятие сельхозугодий) эксперт дает сильное превосходство по сравнению с фактором №2 (изъятие лесов), давая оценку 5 баллов. Аналогично определяются и другие парные оценки. Конечно, степень превосходства того или иного фактора сильно зависит от конкретных условий. В реальной ситуации эксперт должен объяснить, из каких соображений он отдает предпочтение соответствующим факторам.

Собственный вектор w^* вычислен по формуле (62). В крайней правой колонке таблицы определены компоненты нормированного собственного вектора $w^*_{норм}$. Как видим, самым значительным фактором, влияющим на экологическую обстановку, эксперт считает аварийные ситуации, связанные с разливами нефти (элемент вектора, равный 0,345). Действительно, аварии могут представлять значительную экологическую опасность и могут происходить, как в акватории залива, так и на суше

вдоль трассы нефтепровода. На втором месте стоит воздействие на воду (0,334), на третьем — изъятие сельскохозяйственных угодий (0,125).

Далее следует найти максимальное собственное значение рассматриваемой матрицы. Пользуясь алгоритмом, описанным выше, вычислим максимальное собственное значение:

$$\lambda = 13,06 \cdot 0,125 + 28 \cdot 0,027 + 16,33 \cdot 0,067 + 7,83 \cdot 0,063 + 2,49 \cdot 0,334 + 27,33 \cdot 0,037 + 3,69 \cdot 0,345 = 7,71.$$

Проверяем условие $\lambda_{max}^* \geq n$. Условие выполняется, так как $7,71 > 7$, где 7 – порядок матрицы.

Вычисляем индекс согласованности по формуле (61).

$$I_c = (7,71 - 7) / 6 = 0,12 < 0,2$$

Таким образом, условие согласованности выполняется.

Следующий этап решения задачи экспертного оценивания состоит в составлении матриц парного сравнения альтернатив (вариантов расположения порта) по каждому рассматриваемому критерию. Здесь важно избежать возможную логическую ошибку, которая связана с тем, что на уровне критериев мы давали более высокие оценки факторам, влекущим за собой более тяжелые на наш взгляд последствия для окружающей среды. Поэтому сопоставлять варианты между собой необходимо в том же ключе, т.е. давать более высокие баллы тому варианту, который будет оказывать наиболее сильное негативное влияние по рассматриваемому критерию.

Изъятие сельхозугодий

Вариант	А	Б	В	w*	w*норм
А	1	1/9	1	0,33	0,099
Б	9	1	9	2,66	0,802
В	1	1/9	1	0,33	0,099
Сумма элементов по столбцам	11	1,22	11	3,32	

Оценки, данные в этой матрице понятны. Варианты А и В вовсе не затрагивают сельскохозяйственных угодий, в то время как вариант Б из-за необходимости прокладывания по пашням магистралей затрагивает их существенным образом. Таким образом, варианту Б по негативному влиянию на сельхозугодья отдано абсолютное преимущество (9 баллов).

$$\lambda_{max}^* = 11 \cdot 0,099 + 1,22 \cdot 0,802 + 11 \cdot 0,099 = 3,15 > 3.$$

$$I_c = 0,075.$$

Примечание: В действительности эта матрица полностью согласована. В этом нетрудно убедиться, если в характеристическое уравнение (3) подставить $\lambda_{max}^* = 3$. И в самом деле, детерминант этого уравнения при $\lambda_{max}^* = 3$ равен

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & 1/9 & 1 \\ 9 & 1-\lambda & 9 \\ 1 & 1/9 & 1-\lambda \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -2 & 19 & 1 \\ 9 & -2 & 9 \\ 1 & 1/9 & -2 \end{vmatrix} = -8+1+1+2+2+2=0$$

что и доказывает утверждение. Таким образом, здесь, как видим, имеет место проявление неточность, связанная с приближенным определением собственного значения λ_{max}^* .

Изъятие лесов

Вариант	А	Б	В	W*	w*норм
А	1	1/5	1/7	0,31	0,064
Б	5	1	1/7	0,89	0,185
В	7	7	1	3,61	0,750
Сумма элементов по столбцам	13	8,2	1,28	4,81	

$$\lambda^* = 13 \cdot 0,064 + 8,2 \cdot 0,185 + 1,28 + 0,750 = 3,30$$

$$I_c = 0,15.$$

Решение эксперта понятно: лес в наиболее существенном размере изымается при реализации варианта В, а в наименьшей степени (только под магистрали) - для варианта А.

Воздействие на атмосферу

Мощность источников загрязнения атмосферы собственно для портовой площадки для всех вариантов одинакова. Однако, необходимо учесть транспортные магистрали, которые также будут являться источниками загрязнения воздуха. Другим важным обстоятельством при назначении оценок служит то, насколько близко к жилой застройке будут располагаться площадки и магистрали. Необходимо учесть, что по варианту В площадка расположена вблизи зоны отдыха, а нормативы для нее более строгие, чем для жилой зоны.

Вариант	А	Б	В	W*	w*норм
А	1	5	1/5	1,00	0,235
Б	1/5	1	1/5	0,35	0,083
В	5	5	1	2,89	0,682
Сумма элементов по столбцам	6,2	11	1,4	4,24	

$$\lambda_{max}^* = 6,2 \cdot 0,235 + 11 \cdot 0,083 + 1,4 \cdot 0,682 = 3,32$$

$$I_c = 0,16 < 0,2.$$

Воздействие шума

При оценке воздействия шума соображения при сопоставлении вариантов те же самые, что и для оценки воздействия на воздух.

Вариант	А	Б	В	w*	w*норм
А	1	5	1/5	1,00	0,235
Б	1/5	1	1/5	0,35	0,083
В	5	5	1	2,89	0,682
Сумма элементов по столбцам	6,2	11	1,4	4,24	

$$\lambda^*_{\max} = 6,2 \cdot 0,235 + 11 \cdot 0,083 + 1,4 \cdot 0,682 = 3,32$$

$$I_c = 0,16 < 0,2.$$

Воздействие на воду, в том числе влияние дноуглубительных работ

Здесь при оценке во внимание принимаются следующие обстоятельства. Сброс загрязняющих веществ при работе порта на любой из рассматриваемых площадок будет одинаковым. Однако для варианта А следует ожидать существенно более высокий уровень загрязнения воды, поскольку воды реки Дальней, впадающей в залив рядом с площадкой А, уже изначально загрязнены, в том числе и нефтепродуктами. Для организации фарватера на подходе к площадке А необходимо выполнить большой объем дноуглубительных работ, которые впоследствии для поддержания морского канала в надлежащем состоянии необходимо будет повторять. Это повлечет за собой вторичное загрязнение вод залива.

Для варианта В объем дноуглубительных работ существенно меньше, а для варианта Б он минимален. Фоновые концентрации загрязняющих веществ, обусловленные их выносом рекой Дальней, существенно меньше, чем для варианта А.

Вариант	А	Б	В	w*	w*норм
А	1	8	6	3,58	0,742
Б	1/8	1	1/5	0,30	0,062
В	1/6	5	1	0,94	0,196
Сумма элементов по столбцам	1,29	14	7,2	4,82	

$$\lambda^*_{\max} = 1,29 \cdot 0,742 + 14 \cdot 0,062 + 7,2 \cdot 0,196 = 3,22$$

$$I_c = 0,11 < 0,2.$$

Воздействие на животный и растительный мир

Наиболее сильное влияние на охраняемые виды растений и животных будет оказывать вариант размещения Б, так как порт расположен неподалеку от заказника, наименьшее - вариант А.

Вариант	А	Б	В	w*	w*норм
А	1	1/7	1/5	0,31	0,069
Б	7	1	5	3,23	0,711
В	5	1/5	1	1,0	0,220
Сумма элементов по столбцам	13	1,34	6,2	4,54	

$$\lambda^*_{\max} = 3,22$$

$$I_c = 0,11 < 0,2$$

Экологически опасные аварии

При оценке роли экологически опасных аварий, прежде всего разливов нефти, учитывается, что фарватер к порту А наиболее сложный, а значит и возможность аварий наиболее высока. Наиболее удобен и безопасен подход к порту Б. Необходимо учитывать также разливы нефти у площадок Б, В, которые могут затронуть экологическую безопасность заказника и зоны отдыха.

Следует также учитывать возможность аварий на магистральном нефтепроводе, которая тем больше, чем больше его протяженность. При прокладке нефтепровода

к порту Б необходимо также пересечь реку, что является дополнительным потенциальным источником опасности. Как видим, задача назначения оценок для этой категории не проста, поскольку весьма много обстоятельств, влияющих на предпочтение тому или иному варианту, надо учесть при анализе возможности проявления аварий и масштабов их последствий. Для уточненного анализа целесообразно построить дополнительный уровень иерархии, что позволило бы более точно разобраться в сложности проблемы, более точно и обоснованно задать экспертные оценки, однако это выходит за рамки рассматриваемого примера.

Вариант	А	Б	В	w*	w*норм
А	1	1/4	4	1,00	0,246
Б	4	1	5	2,68	0,661
В	1/4	1/5	1	0,37	0,093
Сумма элементов по столбцам	5,25	1,45	10	4,05	

$$\lambda_{\max}^* = 5,25 \cdot 0,246 + 1,45 \cdot 0,661 + 10 \cdot 0,093 = 3,18$$

$$I_c = 0,09 < 0,2.$$

Итак, все матрицы парных сравнений для уровня альтернатив сформированы. Найдены нормированные собственные векторы, определены собственные значения, подтверждена согласованность матриц.

Теперь необходимо перейти к синтезу окончательного решения. Последним шагом здесь является операция взвешивания нормированных собственных векторов альтернатив весами критериев, которые нами были получены в начале решения задачи и содержатся в собственном векторе матрицы критериев.

Математической записи этой операции можно придать компактную форму, если обозначить через C матрицу, составленную из нормированных собственных векторов матриц парного сравнения альтернатив, а за w оставляя обозначение собственного вектора матрицы сравнения критериев.

$$\begin{pmatrix} \hat{w}_{11} & \hat{w}_{12} & \hat{w}_{13} & \dots & \hat{w}_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{w}_{m1} & \hat{w}_{m2} & \hat{w}_{m3} & \dots & \hat{w}_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_m \end{pmatrix}.$$

Здесь m - число сравниваемых вариантов (альтернатив), n — число критериев сравнения, X_i ($i=1, \dots, m$) - вектор приоритетов между вариантами, являющийся окончательным решением задачи. В нашем конкретном случае это будет выглядеть так:

$$\begin{pmatrix} 0,099 & 0,064 & 0,235 & 0,235 & 0,742 & 0,069 & 0,246 \\ 0,802 & 0,185 & 0,083 & 0,083 & 0,062 & 0,711 & 0,661 \\ 0,099 & 0,750 & 0,682 & 0,682 & 0,196 & 0,220 & 0,093 \\ 0,345 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,125 \\ 0,027 \\ 0,067 \\ 0,063 \\ 0,334 \\ 0,037 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix}$$

где X_1 , X_2 , X_3 отвечают соответственно вариантам A , B , B . Умножая матрицу на вектор-столбец, найдем:

$$X_1 = 0,099 \cdot 0,125 + 0,064 \cdot 0,027 + 0,235 \cdot 0,067 + 0,235 \cdot 0,063 + 0,742 \cdot 0,334 + 0,069 \cdot 0,037 + 0,246 \cdot 0,345 = 0,380;$$

$$X_2 = 0,802 \cdot 0,125 + 0,185 \cdot 0,027 + 0,083 \cdot 0,067 + 0,083 \cdot 0,063 + 0,062 \cdot 0,334 + 0,711 \cdot 0,037 + 0,661 \cdot 0,345 = 0,434;$$

$$X_3 = 0,099 \cdot 0,125 + 0,750 \cdot 0,027 + 0,682 \cdot 0,067 + 0,682 \cdot 0,063 + 0,196 \cdot 0,334 + 0,220 \cdot 0,037 + 0,093 \cdot 0,345 = 0,216$$

$$\text{Итак, } \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,380 \\ 0,434 \\ 0,216 \end{pmatrix}$$

Вариант B (соответствующий элемент вектора X_2) имеет наибольшую оценку (0,434) и, следовательно, оказывает в целом по комплексу рассматриваемых факторов наиболее неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Меньшую экологическую опасность по мнению эксперта представляет вариант A (оценка 0,38). Преимущество по комплексу экологических условий, как видим, в результате экспертного оценивания отдано варианту B .

Результаты экспертного оценивания не стоит абсолютизировать и воспринимать их как непреложную истину. Экспертное оценивание — всего лишь один из способов рассмотрения и решения проблем, который в экологических исследованиях уместно применять наряду с другими методами исследования, отдавая предпочтение результатам, которые построены на основе достаточно точных прогнозных моделей изменения окружающей среды.

Задание для аудиторной работы:

1. Через город, расположенный на берегу р. Черная, проходит автомобильная дорога между пунктами A и B , которая со временем исчерпала свою пропускную способность. Градостроители рассматривают три варианта решения проблемы (см. рис. 15):

- Вариант 1 – расширение существующей дороги;
- Вариант 2 - строительство дороги в обход города с севера вдоль левого берега реки;
- Вариант 3 - строительство дороги в обход города с юга. Каждый из вариантов имеет с экологической точки зрения свои преимущества и недостатки. Так, старая трасса проходит через город, немного задевает охранную зону городского водозабора, но зато ощутимо короче. Трасса по варианту 2 частично совпадает со старой дорогой, но дополнительно пересекает два водотока и на значительном протяжении идет по землям, занимаемым лесами I группы, и частично в водоохранной зоне. Трасса по варианту 3 пересекает пахотные угодья и близко примыкает к садоводству. Необходимо обратить внимание на протяженность дорог: от этого зависит количество израсходованного топлива и в конечном итоге степень загрязнения атмосферы.

Выберите один из вариантов, который наиболее приемлем с экологических позиций. Воспользуйтесь при этом экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий. Сначала выберите экологически значимые критерии, по которым будет вестись сравнение вариантов, и заполните матрицу парных сравнений. Определите

собственное число и нормированный собственный вектор этой матрицы. Затем для каждой категории составьте матрицы парных сравнений для рассматриваемых вариантов. Используя собственные числа, убедитесь в согласованности экспертных оценок для всех матриц сравнения. Принимая экспертные предпочтения, следует давать им обоснование. Взвешивая собственные векторы нижнего уровня (варианты дорог) соответствующими составляющими собственного вектора матрицы критериев, найдите окончательный результат и укажите предпочтительный вариант.

2. Необходимо сделать выбор площадки для рационального с экологических позиций размещения теплоэлектростанции (ТЭС). Рассматривается три варианта размещения, представленных на рис. 16. Каждый вариант обладает своими экологическими преимуществами и недостатками.

Площадка для ТЭС по варианту 1 расположена около р. Белая, протекающей через небольшое озеро, а далее впадающей в большой водоем: Озеро 2. Для размещения ТЭС необходимо вырубить часть лесов I группы. Рядом находится пашня.

Площадка по варианту 2 находится на другом берегу реки ниже городского водозабора. От нее через мост проходит уже существующая дорога к городу, идущая вдоль водовода.

Площадка по третьему варианту расположена на берегу Озера 2, затрагивая его водоохранную зону.

Примите во внимание, что санитарно-защитная зона, определенная проектом, составляет 2 км. Помимо территории, занимаемой непосредственно станцией, необходим отвод земель под высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП), идущих к городской подстанции (см. рисунок), и под ветку железной дороги, которая должна быть проложена для снабжения станции топливом.

Выберите один из вариантов, который наиболее приемлем с экологических позиций. Воспользуйтесь при этом экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий. Сначала выберите экологически значимые критерии, по которым будет вестись сравнение вариантов, и заполните матрицу парных сравнений. Например, таким критериями могут быть: занятие ценных земель, загрязнение воздуха, загрязнение почв и т.п. Не забудьте о таком важном факторе влияния, как тепловое загрязнение водоемов и водотоков отработавшими водами системы охлаждения ТЭС. Определите собственное число и нормированный собственный вектор этой матрицы. Затем для каждой категории составьте матрицы парных сравнений для рассматриваемых вариантов. Используя собственные числа, убедитесь в согласованности экспертных оценок для всех матриц сравнения. Принимая те или иные экспертные оценки, следует давать им обоснование. Взвешивая собственные векторы нижнего уровня (варианты расположения площадок) соответствующими составляющими собственного вектора матрицы критериев, найдите окончательный результат и укажите предпочтительный вариант.

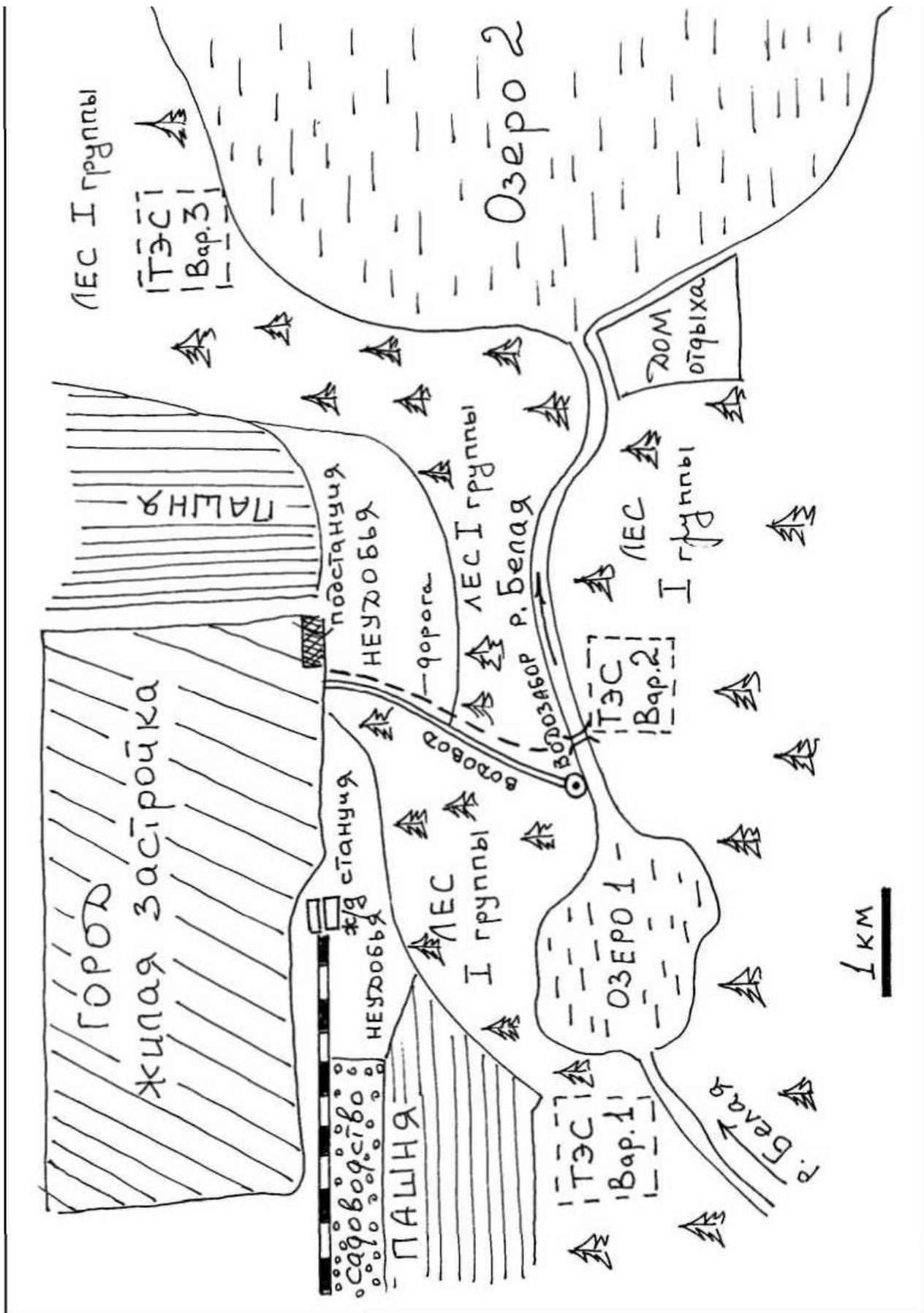


Рисунок 15

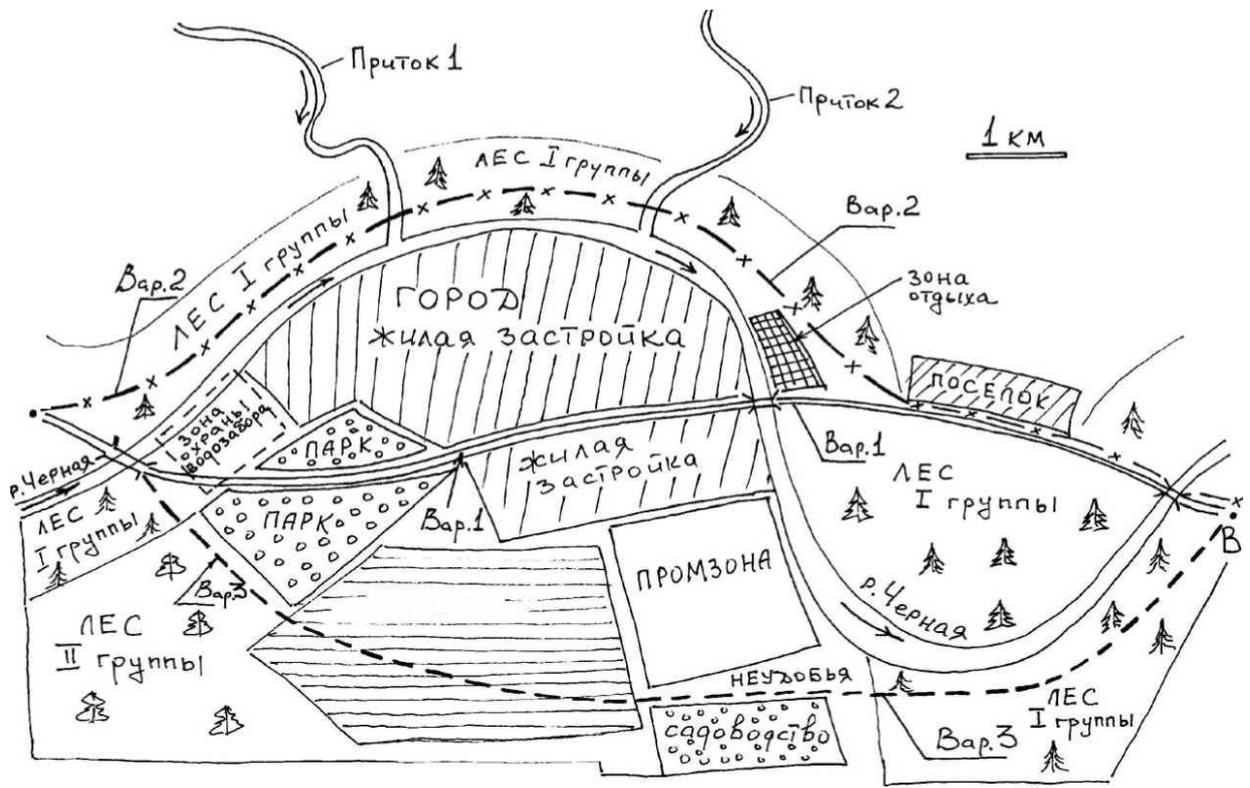


Рисунок 16

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. История становления оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).
2. Значение ОВОС как системообразующего ядра экологического проектирования в решении проблем устойчивого развития государств.
3. Объекты геоэкологического проектирования (составления ОВОС).
4. Концепция геотехнических систем.
5. Классификация объектов проектирования по степени экологической опасности для природы и человека.
6. Нормативно-правовые основы ОВОС. Отраслевые особенности.
7. Принципы комплексности и региональное при проектировании (при составлении ОВОС).
8. Содержание раздела ОВОС.
9. Инженерно-экологические, инженерно-геологические и географические изыскания на различных стадиях проектирования.
10. Методология ОВОС.
11. Принципы оценки природных факторов, лимитирующих реализацию предлагаемой хозяйственной или иной деятельности.
12. Общие принципы экологической оценки последствий создания проектируемых объектов.
13. Общие принципы технологической оценки последствий создания проектируемых объектов.
14. Общие принципы экономической оценки последствий создания проектируемых объектов.
15. Общие принципы социальной оценки последствий создания проектируемых объектов.
16. Нормирование и система оценочных показателей ОВОС.
17. Матричный метод ОВОС.
18. ОВОС как прогноз.
19. Имитационное моделирование при ОВОС.
20. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов новых материалов.
21. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов новых технологий.
22. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов добычи полезных ископаемых.
23. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов градостроительства.
24. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов инженерного обеспечения городов.
25. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов черной металлургии.
26. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов цветной металлургии.
27. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов ТЭЦ.
28. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов АЭС.
29. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов ГЭС.
30. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов водных мелиорации.
31. Экологическое обоснование (ОВОС) проектов природозащитных объектов.
32. Экологическое обоснование проектов национальных парков, заказников, заповедников и рекреационных объектов.
33. Зарубежный опыт ОВОС.
34. Ландшафтное планирование и проектирование.
35. Международные аспекты ЭЭ и ОВОС (аналитический обзор литературы).

36. Организация и проведение экологической экспертизы и ОВОС в одной из развитых стран.
37. ГЭЭ - ядро системы ЭЭ и ОВОС в России (цель, задачи, принципы, субъекты и объекты, основные блоки анализируемой информации).
38. Экологические требования, факторы и критерии оценки воздействия хозяйственной деятельности на растительность.
39. Экологические требования, факторы и критерии оценки воздействия хозяйственной деятельности на животный мир.
40. Социально-экономическая оценка как составная часть ОВОС.
41. Оценка санитарно-эпидемиологической ситуации при хозяйственном освоении территории.
42. Оценка региональных и производственных экологических приоритетов при освоении территории.

Большое значение при изучении дисциплины имеет организация самостоятельной работы, направленной на закрепление, получаемых на лекциях и семинарах, теоретических знаний и создания практических навыков решения задач, связанных с экологической экспертизой проектных решений.

Тематика самостоятельно решаемых задач контрольных заданий включает:

1. Расчет концентрации загрязняющего вещества (группы загрязняющих веществ с учетом эффекта суммации их действия) в заданной точке приземного слоя атмосферного воздуха при определенной скорости ветра для нагретого и холодного источников выброса.
2. Расчет зоны влияния изолированного источника и совокупности источников выбросов загрязняющих веществ.
3. Расчет минимальных высот труб для нагретого и холодного источников выброса загрязняющих веществ.
4. Расчет положения внешней границы санитарно-защитной зоны для изолированного источника и совокупности источников выбросов загрязняющих веществ.
5. Проведение анализа совокупности источников выброса (сброса) загрязняющих веществ с определением приоритетных веществ и источников.
6. Оценка правильности проектных предложений по величинам предельно допустимых выбросов для совокупности источников.
7. Расчет величин предельно допустимых выбросов для совокупности источников.
8. Расчет концентрации загрязняющего вещества (группы загрязняющих веществ с учетом эффекта суммации их действия) в заданном створе для водотока.
9. Оценка правильности проектных предложений по величинам предельно допустимых сбросов для совокупности источников.
10. Расчет величин предельно допустимых сбросов для совокупности источников.
11. Сравнение и выбор вариантов осуществления технологических решений на основе количественной оценки их экологической эффективности (степени безотходности и др. показателей).

КОЛЛОКВИУМ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ

Тема: Определение задач экологической оценки

Цель: Выработать понимание: роли определения задач в процессе ЭО; ключевых компонентов определения задач; общих подходов к определению задач ЭО; типичных результатов этапа определения задач; составления технического задания для исследований по ЭО.

Задание для работы:

Ознакомьтесь с учебным материалом и ответьте на следующие вопросы:

- Каковы функции этапа «Определение задач» в процессе ЭО с различных точек зрения: стоимости проекта в целом и воздействия намечаемой деятельности на ОС?
- Охарактеризуйте место определения задач в процессе ЭО (Для этого обратитесь к схеме общего процесса ЭО в первой лекции).
- От чего зависит подход определения задач?
- Что является результатом этого этапа?
- Является ли этап «Определение задач» конечным, одноразовым? Почему?
- Из каких шагов состоит типичный этап определения задач?
- Какие группы «альтернатив» выделяют при ЭО? Для чего нужно рассматривать альтернативы? Что такое «нулевой вариант»?
- Что такое техническое задание? Какова его типичная структура?

2. Игровое задание: Представьте, что вы руководитель проекта инициирования какого-либо вида бизнеса (строительство предприятия, дороги и т.д.). Придумайте название вашему проекту и будущему предприятию/организации. Составьте примерное техническое задание для группы экспертов, которые будут осуществлять ЭО вашего проекта. Работу сдать на отдельных листах формата А4 с указанием своей фамилии, курса, номера группы и даты сдачи работы преподавателю.

Учебный материал

Определение задач (англ. *scoring*, буквально - определение объема) - жизненно важный этап в процессе ЭО. Процесс определения задач позволяет выявить проблемы, которые, вероятно, будут важны для ЭО, и снимает те, которые не представляют важности. Таким образом, этот этап предотвращает затраты времени и денег на ненужные исследования.

“Определение задач” - процесс взаимодействия между заинтересованной общественностью, правительственными организациями и инициаторами.

Этим термином обозначают предпринимаемый как можно раньше в ходе ЭО процесс выявления:

- адекватных границ исследования в процессе ЭО
- важных вопросов и проблем (интересов)
- информации, необходимой для принятия решения
- значимых воздействий и факторов, которые необходимо рассмотреть в ходе ЭО.

Процесс определения задач призван способствовать повышению эффективности процесса ЭО в целом путем выявления ключевых проблем, интересов и альтернатив, которые требуют исследования. Эта информация позволит лицам, ответственным за выполнение ЭО, должным образом ориентировать исследовательскую группу на ис-

следование значимых проблем. Кроме того, систематическое определение задач уменьшает вероятность того, что доклад по ЭО будет иметь серьезные пробелы, и тем самым позволяет избежать задержек, связанных с необходимостью переработки доклада. Определение задач выполняется, чтобы гарантировать, что время и деньги не будут потрачены впустую на сбор ненужных исходных данных или выполнение ненужных исследований, а важные проблемы не будут упущены.

Максимально широкий подход к определению задач может включать перечисленные ниже цели, однако на практике не всегда необходимо, чтобы определение задач было столь сложным.

Определение задач может использоваться для того, чтобы:

- рассмотреть разумные и осуществимые альтернативы;
- информировать население, которое может быть подвергнуто воздействию, о намечаемой деятельности и альтернативах;
- выявить возможные воздействия намечаемой деятельности и альтернатив на окружающую среду;
- выявить возможные воздействия предсказанных изменений в окружающей среде на человека;
- понять ценность качества окружающей среды для лиц и групп, которые могут быть подвергнуты воздействию в соответствии при осуществлении намечаемой деятельности и альтернатив;
- с учетом обеспокоенности, выраженной различными сторонами, оценить возможные воздействия на окружающую среду с целью определения необходимости и способа их дальнейшего рассмотрения;
- определить предмет необходимых дальнейших исследований, а также пространственные и временные рамки, в которых будут рассматриваться воздействия;
- определить характер необходимой дальнейшей оценки, включая как исследовательские работы, так и процедуры консультаций;
- систематизировать возможные воздействия и проблемы, определить среди них приоритетные, и сообщить информацию о них с целью помочь их дальнейшему анализу и принятию решения;
- составить техническое задание как основу для последующего процесса оценки.

Подход, выбранный для определения задач должен учитывать местные ценности, традиции и культуру. В зависимости от системы ЭО, ответственность за определение задач может ложиться на инициатора, на государственные органы, контролирующие процесс ЭО, или на группу экспертов, специально сформированную для этой цели. В большинстве случаев можно в некоторой степени опираться на предыдущий опыт, представленный, в частности, существующей документацией по определению задач для ЭО аналогичных проектов, отраслевыми положениями и рекомендациями, а также контрольными перечнями. Однако ни один из этих вспомогательных инструментов не может отменить необходимости осмотра площадки, тщательного анализа намечаемой деятельности и ее вероятных последствий.

Определение задач требует адекватного рассмотрения проекта и участка, возможных альтернатив, вероятных воздействий, а также путей их смягчения или управления ими. Необходимо определить такие аспекты дальнейшего процесса ЭО,

как рассматриваемая географическая область, временные рамки для анализа воздействия, методики, которые нужно использовать, источники имеющейся информации и пробелы в них, длительность стадий ЭО, а также процедура принятия решения. Должны быть четко сформулированы предложения по участию общественности в процессе ЭО (в т.ч. на самой стадии определения задач).

Иногда легко упустить долгосрочные и вторичные воздействия деятельности. Выбросы в атмосферу, или сбросы в водные объекты могут распространяться далеко за границы территории осуществления проекта, а тяжелые металлы могут накапливаться в организмах, которые являются важным источником питания.

Выявлению потенциальных воздействий будет способствовать систематическое рассмотрение различных этапов осуществления деятельности: строительства, эксплуатации и ликвидации объектов.

Конечным результатом этапа определения задач может быть официальный документ, такой, как техническое задание, или неформальный документ, определяющий рамки работ по ЭО, организуемый инициатором. Этот документ может быть основанием для детальной постановки задач отдельным экспертам-исполнителям.

Хотя определение задач, безусловно, является одним из ранних этапов процесса ЭО, дальнейший пересмотр и корректировка задач - непрерывная деятельность, которая продолжается в ходе всего процесса детальной оценки воздействий, принятия решения, детального проектирования, осуществления деятельности и мониторинга. Непредвиденные проблемы, нуждающиеся в дальнейшем рассмотрении, могут возникнуть на любой из этих стадий. Исследования в рамках конкретной проблемы (например, местная флора или загрязнение воздуха), проводимые в ходе ЭО, также могут последовательно вскрывать дополнительные факторы или проблемы, которые поднимут вопросы перед группой исполнителей ЭО, укажут потенциальные области конфликта между заинтересованными сторонами, учеными и широкой общественностью. Предметом обсуждений и споров могут быть вопросы, связанные с каждой областью исследований, такие как тип и количество собираемых данных, методы их анализа, значимость и репрезентативность данных, важность проблемы, принятые стандарты, адекватность предложенных мер по смягчению воздействий. В конечном счете не существует "правильных" ответов на эти вопросы, есть лишь последовательность суждений и решений, направленных на то, чтобы сбалансировать доступные для исследования ресурсы (временные и финансовые), с одной стороны, и обоснованную обеспокоенность заинтересованных сторон, с другой.

Типичный процесс определения задач ЭО состоит из следующих шагов:

1. Подготовить проект задач ЭО с такими разделами, как:
 - цели и описание намечаемой деятельности
 - контекст и условия, в которых предполагается осуществление намечаемой деятельности
 - ограничения
 - альтернативы
 - проблемы
 - участие общественности
 - график работы

2. Проработать разделы проекта путем обсуждения с инициатором, государственными органами и другими основными заинтересованными сторонами, собирая доступную информацию и выявляя информационные пробелы.

3. Сделать план задач ЭО и дополнительную информацию доступными для тех сторон, чья точка зрения должна быть получена.

4. Выявить проблемы, вызывающие озабоченность.

5. Оценить проблемы с технической и субъективной точек зрения, стараясь выявить приоритетные проблемы.

6. Скорректировать и дополнить проект задач ЭО, чтобы включить согласованные предложения.

7. Разработать стратегию для рассмотрения и решения каждой из ключевых проблем, включая потребность в информации и техническое задание для дальнейших исследований.

8. Обеспечить обратную связь, сообщив, каким образом были учтены комментарии и замечания.

Способы, которые могут применяться для исследования альтернатив

Необходимость рассмотрения альтернатив - общий принцип большинства систем ЭО.

"Строгий" подход к рассмотрению альтернатив чаще связывается с проектами в государственном секторе, где распределение государственного финансирования и определение приоритетов рассматривается как область законного общественного интереса. В проектах частного сектора, как правило, проблеме альтернатив не уделялось такого же внимания, поскольку предполагалось, что выбор проекта является делом того, кто вкладывает деньги.

По мере того, как механизм ЭО развивается, а вопросам устойчивого развития, стратегической оценки и совокупного воздействия уделяется все большее внимание, то же происходит и с рассмотрением альтернатив. Такое рассмотрение, вероятно, будет наиболее эффективным, если ЭО предпринята на этапе обоснования инвестиций, а не тогда, когда уже выработано устоявшееся представление о форме и месте расположения объекта, и инициатор просто стремится получить необходимые разрешения и согласования.

Альтернативы разрабатываются и исследуются, чтобы определить наилучший метод достижения целей проекта при минимальном воздействии на окружающую среду. Их можно классифицировать следующим образом:

- альтернативы спроса (например, более эффективное использование энергии вместо ввода новых генерирующих мощностей);
- альтернативы вида деятельности (например, развитие общественного транспорта вместо увеличения пропускной способности дороги);
- альтернативы размещения, как для всего проекта, так и для его компонентов (например, расположение перерабатывающего завода для шахты);
- альтернативы технологических процессов (например, повторное использование воды на промышленном предприятии, минимизация отходов или технология с низким потреблением энергии, различные методы добычи полезных ископаемых);
- альтернативы планирования (где ряд мероприятий должен быть выполнен в любом случае, но общая эффективность конечного результата зависит от порядка их выполнения);

- альтернативы ресурсов (например, используемое сырье, источники энергии).

Систематический подход к выработке альтернатив может ориентироваться на эти рубрики. Знание доступных технологий, ограничений на выбор площадки, методов оценки, понимание политики и ценностей общества, экономических аспектов проекта - все это способствует выработке реалистичных альтернатив, которые заслуживают дальнейшего рассмотрения. Не следует недооценивать и полезность широких консультаций, которые могут использоваться при выработке альтернатив, при оценке вероятных воздействий, связанных с ними, а также при выявлении ценностей различных групп, понимание которых важно для обоснованного выбора между альтернативами.

Вариант отказа от деятельности (“нулевой вариант”) часто используется в качестве точки отсчета, с которой соотносятся результаты осуществления других альтернатив. В этом случае относительные воздействия, связанные с этими альтернативами, могут быть выражены как отклонения от базового (нулевого) варианта. Если все альтернативы оцениваются как недопустимые, решение будет состоять в том, чтобы не принимать ни одну из них, реализуя тем самым нулевой вариант. С другой стороны, базовая ситуация (которая может несколько отличаться от “нулевого варианта” тем, что она принимает во внимание вероятные демографические и инфраструктурные изменения) может с самого начала рассматриваться как один из равноправных вариантов и оцениваться с точки зрения поставленных целей.

Все возможные альтернативы не могут быть исследованы с одинаковой степенью детальности. Весьма распространенной практикой является предварительный анализ широкого набора альтернатив, по итогам которого часть вариантов отбирается для дальнейшего рассмотрения. Во многих случаях при проведении ЭО наиболее тщательно исследуется предпочтительный вариант, и только он рассматривается подробно. Однако нередко и целый ряд вариантов рассматривается с одинаковым уровнем детальности, чтобы на этом основании принять решение относительно предпочтительного варианта.

Примеры положительных результатов ЭО в которых рассматривались альтернативы:

Индонезия. Проект городского строительства в Semarang-Sukarta

Анализ альтернативных площадок для планируемой станции очистки сточных вод привел к изменению места расположения станции.

Шри-Ланка. Проект окружающей среды в г. Коломбо

Результатом анализа альтернатив в процессе ЭО стала существенная корректировка проекта некоторых общественных работ.

Проект шоссе в Хорватии

ЭО рассмотрела шесть вариантов коридора для дороги на основе их вероятного воздействия на сельскохозяйственные земли, лесные угодья, водотоки, населенные пункты, а также загрязнение воздуха, воды и шумовое загрязнение. Была разработана система полуколичественной оценки (рейтинга), чтобы ранжировать варианты, и результаты были представлены на встречах с общественностью. Выбранный вариант был дополнен двумя туннелями, чтобы еще сильнее уменьшить воздействие на ландшафт.

Из Всемирного банка (1995)

Содержание и структура технического задания для ЭО

Техническое задание для ЭО является типичным результатом этапа определения задач ЭО. Это документ, который четко определяет работу, которая должна быть выполнена, а также устанавливает ответственность за выполнение ЭО. Он в то же время, сохраняя некоторую гибкость, чтобы при необходимости адаптироваться к изменениям. Типичная структура технического задания:

- общие сведения о намечаемой деятельности;
- Цели ЭО, правовой/политический контекст и организационные возможности для ЭО;
- альтернативы (к проекту, в рамках проекта);
- участие заинтересованных организаций и общественности;
- необходимая информация и данные (описание проекта, описание окружающей среды, качество информации);
- анализ воздействий (позитивных и негативных; использование природных и человеческих ресурсов, переселение и компенсации, совокупные воздействия, трансграничные воздействия, значимость воздействий);
- меры по смягчению негативного воздействия и мониторингу (планирование управления воздействием, планирование экологического мониторинга);
- выводы и рекомендации (решение по проекту, технические вопросы, не-техническое резюме).

Техническое задание может также содержать различные сведения, касающиеся управления процессом ЭО, такие как:

- предлагаемый график работы;
- бюджет, выделенный для исследования;
- ожидаемые результаты (промежуточные и окончательные доклады, формат итогового документа (доклада), число экземпляров);
- порядок корректировки технического задания.

Авария: а) отклонение от нормативно допустимых эксплуатационных условий хозяйственной деятельности по причинам, связанным с действием человека, или по техническим причинам, а также в результате любых природных процессов, включая наводнения, землетрясения, оползни, ураганы и другие стихийные бедствия; б) разрушительное высвобождение энергозапаса промышленного предприятия, при котором сырье, промежуточные продукты, продукция предприятия и отходы производства, а также технологическое оборудование, вовлекаясь в аварийный процесс, создают поражающие факторы для населения, персонала, окружающей среды и самого промышленного предприятия.

Аварийные состояния - существенные отклонения от эксплуатационных состояний, которые, возможно, будут возникать нечасто и которые, если соответствующие технические средства обеспечения безопасности не выполняют своих функций, предусмотренных проектом, могут привести к разрушительному высвобождению собственного энергозапаса промышленного предприятия, при котором сырье, промежуточные продукты, продукция предприятия и отходы производства, установленное на промышленной площадке технологическое оборудование, вовлекаясь в аварийный процесс, создают поражающие факторы для населения, персонала, окружающей среды и самого промышленного предприятия.

Бедствие стихийное - любое разрушительное природное и природно-антропогенное явление (землетрясение, наводнение, извержение вулкана, засуха, массовое размножение вредителей, отсутствие насекомых - опылителей, угрожающее урожаю).

Воздействие: а) действие, направленное на что-нибудь с целью добиться чего-нибудь, внушить что-нибудь; б) реакция на раздражитель, определяемая за счет обратных связей.

Воздействие кумулятивное: а) суммирование всех порций одного фактора с усилением общего влияния, но с сохранением характера воздействия; б) изменение характера воздействия фактора в связи с его качественным изменением вследствие количественного увеличения; в) усиливающееся воздействие химического вещества или другого действующего агента, связанное с их накоплением в особи, пищевой цепи, экосистеме или их совокупностях.

Деятельность - специфическая человеческая форма отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное изменение и преобразование в интересах людей.

Загрязнение - привнесение в среду не характерных для нее химических, физических или биологических агентов или превышение естественного уровня собственных для среды агентов.

Загрязнение тепловое - повышение температуры среды под влиянием различных антропогенных факторов, вызывающее изменения в функционировании экосистем.

Заключение государственной экологической экспертизы - итоговый вывод, сделанный на основании анализа материалов или умозаключений о вероятных экологических последствиях хозяйственной деятельности органа, уполномоченного проводить государственную экологическую экспертизу.

Заказчик - организатор деятельности, располагающий финансовыми и мате-

риальными ресурсами, необходимыми для подготовки и реализации намечаемых хозяйственных решений.

Законодательство природоохранительное: а) совокупность всех правовых норм, регулирующих взаимодействия человека и природы; б) установление юридических (правовых) норм и правил, а также введение ответственности за нарушение в области охраны природы. Включает правовую охрану природных (естественных) ресурсов, природных особо охраняемых территорий, природной окружающей среды городов (населенных мест), пригородных зон, зеленых зон, курортов, а также природоохранные международно-правовые акты.

Заявление о воздействии на окружающую среду (ЗВОС) - документ, содержащий описание основных видов воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду и предназначенный для обсуждения со всеми заинтересованными сторонами с целью заявления экологических, социальных, экономических и других связанных с ними последствий реализации обсуждаемого проекта.

Заявление об экологических последствиях - официальное сообщение Заказчика об изменении окружающей среды в результате ведения хозяйственной деятельности.

Изменения в окружающей среде в случае антропогенного воздействия: а) перемена (обратимая или необратимая) в средообразующих компонентах или в их сочетаниях; б) качественные и количественные изменения химических, физических и других характеристик состояния окружающей среды, приводящие к экологическим и другим связанным с ними, в том числе социальным и экономическим, последствиям; в) результат привнесения в окружающую среду данного региона отдельных или совокупности химических веществ, физических излучений, тепла и т. д.

Изыскания - исследование с целью проектирования, использования чего-нибудь.

Инвестиция - долгосрочное вложение капитала в какое-либо дело, предприятие.

Концентрация фоновая: а) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальными и региональными естественно происходящими процессами; б) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и антропогенных процессов; в) содержание веществ в воздухе населенных мест, определяемое неучитываемыми производственными и транспортными выбросами и/или переносом загрязняющих веществ из смежных регионов.

Концепция: а) оформленные замыслы реализации намечаемой хозяйственной или иной деятельности; б) «эмбрион» программы, в котором фиксируются предмет предстоящей работы, ориентация и общая направленность (а не конкретные цели), исходные принципы (доктрина) будущей программы и (по возможности) логика ее развертывания.

Ксенобиотик - чужеродное (не участвующее в пластическом или энергетическом обмене) вещество, попавшее во внутренние среды организма.

Лицо, принимающее решение: а) уполномоченная на то государством организация, ответственная за принятие государственных решений и конкретной области деятельности и несущая по закону ответственность за различные, в том числе экологические, последствия ее реализации; б) юридически правомочная организация, обладающая необходимыми средствами для осуществления хозяйственной или иной деятельности и способная не допустить отрицательных экологических последствий реализации этой деятельности.

Методика: а) совокупность методов, приемов целесообразного проведения какой-либо работы; б) наука о методах обучения.

Нагрузка антропогенная - степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или на ее отдельные экологические элементы и компоненты.

Научно-техническое нормирование предполагает введение ограничений деятельности хозяйственных объектов в отношении загрязнения окружающей среды, иными словами, определяет предельно допустимые потоки вредных веществ, которые могут поступать от источников воздействия в воздух, воду, почву.

Норма: а) узаконенное установление; б) признанный обязательный порядок; в) установленная мера, средняя величина чего-нибудь.

Обоснование технико-экономическое (ТЭО): а) элемент системы подготовки и принятия решений о развитии хозяйственной деятельности; б) предплановый и предпроектный обосновывающий документ, содержащий исчерпывающую информацию об объекте и намечаемой деятельности.

Объект - предмет, явление, на которые направлена какая-либо деятельность.

Окружающая среда: а) среда обитания и производственной деятельности человека; б) окружающий человека природный и созданный им материальный мир.

Особая чувствительность территории - качества окружающей среды, изменение которых, независимо от соблюдения природоохранных норм и правил, вызовут негативные последствия.

Оценка: а) определение цены кого-нибудь или чего-нибудь, степени, уровня, качества чего-нибудь; б) мнение о ценности, уровне или значении чего-нибудь; в) отношение к тому или иному явлению, деятельности.

Охрана окружающей среды: а) система мероприятий, оптимизирующих взаимоотношения человеческого общества со средой его обитания и производственной деятельности, в том числе рациональное природопользование; б) одна из функций хозяйственной деятельности.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС):

а) определение и прогноз масштабов, характера, опасности для здоровья населения и состояния компонентов природной среды, ближайших и долгосрочных экологических, социальных и экономических последствий совокупности всех видов потенциального техногенного влияния проектируемого объекта; б) метод проектной работы; в) средство самооценки действий заказчика по отношению к окружающей среде; г) инструмент экспертной деятельности; д) способ обоснования возможности осуществления деятельности, которая внесет изменения в состояние окружающей среды; е) средство для понимания экологических и других связанных с ними последствий реализации проекта развития хозяйственной и иной деятельности; ж) инструмент принятия решений через понимание экологических последствий их реализации.

Оценка риска: а) научный или экспертный анализ генезиса риска, включая его выявление и определение степени опасности в конкретной ситуации; б) процедура нахождения индивидуального и социального риска для конкретного промышленного предприятия.

Понятие: а) способ или набор возможного понимания предмета в сочетании со способом употребления; б) логически оформленная общая мысль о предмете, идея чего-нибудь.

Последствия антропогенного воздействия: а) осознанные человеком изменения условий жизни людей, включая состояние их здоровья, возможность проживания на определенной территории, наличие рекреационных территорий, зон отдыха, гарантии занятости или сохранение ее традиционной формы при осуществлении хозяйственной деятельности; б) восприятие (положительное или отрицательное) различными общественными группами изменений в окружающей среде, произошедших (или могущих произойти) в результате осуществления тех или иных действий людей, зафиксированное той или иной позицией.

Природопользование: а) сфера общественно-производственной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей человечества с помощью природных богатств; б) научное направление, изучающее общие принципы рационального использования природных ресурсов, в том числе анализ антропогенных воздействий на природу и их последствий для человека; в) совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по ее сохранению.

Природоохранные нормы и правила - система унифицированных регламентов, соблюдение которых природопользователем при осуществлении им хозяйственной деятельности предотвращает разрушение и деградацию природных территориальных комплексов и природных компонентов.

Проблема экологическая - знание о незнании экологических последствий тех или иных действий людей.

Прогноз - заключение о предстоящем развитии в исходе чего-нибудь на основании каких-нибудь данных.

Программа: а) план деятельности работ и т. п.; б) изложение основных положений, содержания и целей деятельности кого-нибудь (какой-либо организации).

Проект: а) план, замысел; б) разработанный план сооружения, устройства чего-нибудь; в) предварительный текст какого-нибудь документа; г) элемент в системе подготовки решения.

Проектирование: а) процесс составления проекта прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния; б) средство решения проблем.

Проектная документация: а) совокупность проектных решений, реализация которых позволит достичь поставленных заказчиком перед собой целей; б) оформление процесса подготовки решений для обеспечения возможности соответствующим лицам их принять.

Разработчик - научно-исследовательская, проектная, проектно - технологическая, технологическая или другая организация, осуществляющая по заданию заказчика разработку проекта хозяйственной деятельности или другой документации, реализация которой может оказать воздействие на окружающую среду.

Разрешение на природопользование - документ, содержащий условия на пользование природными ресурсами для достижения целей заказчика хозяйственной деятельности.

Решение экологической проблемы - знание и согласие (консенсус) всех заинтересованных групп общества по поводу экологических последствий реализации данного вида деятельности, проекта и т. д.

Риск: а) возможная опасность; б) совокупный эффект вероятности возникновения аварии и масштабов ее воздействия; в) темп реализации опасностей определенного класса.

Риск экологический - совокупный эффект вероятности ущерба населению и окружающей природной среде и масштабы этого ущерба.

Система подготовки, принятия и реализации решения: а) совокупность действий людей, приводящих к достижению соответствующих целей и изменяющих их собственную среду обитания; б) механизм управления развитием общества.

Токсичность – способность веществ вызывать нарушения физиологических функций организма, что в свою очередь приводит к заболеваниям (интоксикациям, отравлениям) или, в тяжелых случаях, к гибели. Степень токсичности веществ принято характеризовать величиной токсической дозы – количеством вещества (отнесенным, как правило, к единице массы животного или человека), вызывающим определенный токсический эффект. Чем меньше токсическая доза, тем выше токсичность вещества. Различают среднесмертельные (LD_{50}), абсолютно смертельные (LD_{100}), минимально смертельные (LD_{0-10}) и др. дозы. Цифры в индексе отражают вероятность (%) появления определенного токсического эффекта – в данном случае смерти – в группе подопытных животных.

Учет экологического фактора (УЭФ) - совокупность требований природоохранительного законодательства РФ к условиям размещения и функционирования проектируемого промышленного объекта, рассматриваемого как составная часть природно-антропогенной системы с целью обеспечения экологической безопасности его эксплуатации, рационального использования природных ресурсов с учетом особенностей экологической обстановки и ресурсного потенциала территории, попадающей в зону антропогенного влияния.

Хозяйственная деятельность - специфическая человеческая форма производственных и экономических отношений.

Шум - одна из форм физического (волнового) загрязнения среды обитания.

Экологический кризис - изменение состояния природы, вызванное антропогенным воздействием, при котором ухудшение качества окружающей среды влияет на социальное развитие общества.

Эмерджентность - наличие у системного целого (экосистемы) особых свойств, не присущих элементам (подсистемам, блокам) его составляющих, несводимость целого к сумме его частей

**Приложения
Приложение 1**

**Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе населенных мест**

№	Вещество	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
		максимальная разовая	среднесуточная	
1	Азота диоксид	0,085	0,04	2
2	Азота оксид	0,6	0,06	3
3	Аммиак	0,2	0,04	4
4	Ангидрид серный	0,5	0,05	3
5	Бенз(а)пирен	-	0,1*10 ⁻⁵	1
6	Бензин (нефтяной малосернистый в пересчете на углерод)	5	1,5	4
7	Бензин сланцевый (в пересчете на углерод)	0,05	0,05	4
8	Бензол	1,5	0,1	2
9	Взвешенные вещества Недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов*	0,5	0,15	3
10	Водород хлористый по молекуле HCl	0,2	0,2	2
11	Железа оксид в пересчете на железо	-	0,04	3
12	Железа сульфат в пересчете на железо	-	0,007	3
13	Кислота азотная по молекуле HNO ₃	0,4	0,15	2
14	Кислота серная по молекуле H ₂ SO ₄	0,3	0,1	2
15	Магния оксид	0,4	0,05	3
16	Соединения ртути в пересчете на ртуть	-	0,0003	1
17	Озон	0,16	0,03	1
18	Пыль неорганическая, содержащая более 70% оксида кремния (диас и др.)	0,15	0,05	3
19	То же от 70 до 20% (шамот, цемент)	0,3	0,1	3
20	То же ниже 20% (доломит и др.)	0,5	0,15	3
21	Сажа	0,15	0,05	3
22	Сероводород	0,008	-	2
23	Углерод оксид	5	3	4
24	Углеводороды C _x H _y	1,0	-	4
25	Фенол	0,01	0,003	2
26	Фенолы сланцевые	0,007	-	3
27	Кальция оксид (ОБУВ)	0,3	-	-

*Примечание: не распространяется на аэрозоли органических и неорганических соединений, для которых устанавливаются соответствующие ПДК.

Приложение 2**Критерий оценки степени загрязнения атмосферного воздуха по максимальным разовым концентрациям**

Класс опасности	Экологическое бедствие		Чрезвычайная экологическая ситуация	
	Кратность превышения ПДК(К)	% измерений выше ПДК	К	% измерений выше ПДК
I	5	30	3-5	30
II	7,5	30	5-7,5	30
III	12,5	50	8-12,5	50
IV	20	50	12,5-20	50

Приложение 3**Критерий оценки степени загрязнения атмосферного воздуха по среднесуточным концентрациям**

Класс опасности	Экологическое бедствие		Чрезвычайная экологическая ситуация	
	кратность превышения ПДК (К)	% проб выше К (или сутки)	К	% проб выше К (или сутки)
I	3	20 или 7 суток подряд	2-3	20 или 7 суток подряд
II	5	то же	3-5	тоже
III	7,5	30 сут.	5-7,5	30 сут.
IV	12	30 сут.	8,12	30 сут.

Источники информации по показателям алгоритмов расчета опасности хозяйственных воздействий на земельные ресурсы

	Показатели	Источники
1	Размеры площадей земельного фонда производственных объектов	Отчет о наличии и распределении земель по категориям, землепользователям и угодьям. Форма № 22 (Земельные комитеты: областные и районные почвенные карты)
2	Размеры площадей земель с различной степенью эродированное-почв	Областные, районные почвенные карты, экспликации площадей почв разной степени эродированное(зональные отделения Гипрозема)
3	Размеры площадей земель с различными рН почв	То же
4	Размеры площадей с различными показателями гумусности по	То же
5	Размеры площадей с различной степенью засоления почв	Областные, районные почвенные карты (региональные отделения Гипрозема)
6	Объемы выбросов в атмосферу ингредиентов загрязнений	Сводный отчет об охране атмосферного воздуха (форма 2-ТП, воздух) (Госкомстат РФ, областные, районные, городские статуправления) Экологические паспорта предприятий.
7	Площади сельхозугодий, объемы и типы использованных пестицидов	Статистическая отчетность формы № 9 БСХ Сельхозхимии Материалы местных территориальных станций агрохимслужб (станций защиты растений и станций химизации)
8	Размеры площадей подтопленных земель	Областные, районные почвенные карты; почвенные карты лесных территорий, областные, районные карты и атласы (региональные отделения Гипрозема)
9	Размеры площадей, занятых просадками и провалами, подотвалами, карьерами, свалками остаточных продуктов производства и потребления	Отчет о наличии и распределении земельного фонда по категориям земель, землепользователям и угодьям. Форма № 22. Материалы маркшейдерских съемок (Маркшейдерские отделы, управления горнодобывающих предприятий и гортехнадзора). Материалы местных архитектурных управлений и управлений жилищно-коммунального хозяйства Экологические паспорта предприятий Справочник по районной планировке

Источники информации по показателям алгоритмов расчета опасности хозяйственного воздействия на поверхностные воды

	Показатели	Источники
1	Расход воды в речном стоке	Гидрологический ежегодник Ресурсы поверхностных вод Основные гидрологические характеристики
2	Концентрация химических веществ в реке	Ежегодник качества поверхностных вод Обзор загрязнений поверхностных вод Материалы водохозяйственных бассейновых инспекций, местных гидромет- и санэпид-служб.
3	Температуры воды реки	Государственный водный кадастр
4	Мутность воды	Основные гидрологические характеристики
5	Расходы сточных вод; температура; объемы ингредиентов загрязнения в стоках; объемы безвозвратного водопотребления	Форма госстатотчетности "2-ТП водхоз" Экологические паспорта предприятий Технологическая проектная документация производств
6	Значения ПДК ингредиентов загрязнения воды реки и стоков	СанПиН 4630-88-4.07-88 Охрана поверхностных вод от загрязнения Экологические аспекты экспертизы изобретений: Справочник. - Часть 1. М. Изд-во «ВНИИПИ», 1989.
7	Значения показателей биологических и органических загрязнений вод	Материалы местных санитарно-эпидемиологических, водо- и рыбохозяйственных служб
8	Показатели количества осадков	Справочник по климату (данные по региону). Гидрометеослужба
9	Объем потребленной воды на орошение	Форма Госстатотчетности "2-ТП (водхоз)"
10	Объем потребленной воды на полив территорий	Отчетность местных управлений жилищно-коммунальным хозяйством
11	Размеры площадей земель населенных пунктов и сельхозугодий	Отчет о наличии и распределении земельного фонда: форма № 22 Госстатотчетности.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ КАТАЛОГ ОТХОДОВ (ФРАМЕНТ)

000000 00 00 0 ОТХОДЫ ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО) 11000000 00 00 0 ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ И ВКУСОВЫХ ПРОДУКТОВ

- 1 1100000 00 00 0 Отходы производства пищевых продуктов
- 11110000 00 00 0 Отходы от переработки зерновых культур
- 11110100 11 99 5 Пыль зерновая
- 11110200 08 99 5 Отходы от механической очистки зерна (зерновые отходы)
- 1111040008 00 0 Лузга зерновая (рисовая, гречневая, овсяная, просьяная)
- 1111040008 99 5 лузга овсяная
- 11111100 11 00 0 Технологические потери муки, сметки
- 11101 11 99 5 отходы мучки овсяной
- 11106 11 99 5 технологические потери муки пшеничной
- 20300 01 99 5 Отходы тростника при выращивании грибов
- 30000 00 00 0 Отходы от переработки овощей и фруктов
- 3010001 00 0 Бой свеклы
- 30101 01 99 5 свекловичные хвосты
- 30200 01 99 5 Жом свекловичный
- 3030001 99 5 Очистки овощного сырья
- 10000 Отходы производства вкусовых продуктов
- 00100 01 00 0 Некондиционные зерна кофе, кофейная шелуха, кофейная пыль, дробленые частицы кофейного полуфабриката
- 0020001000 Чай некондиционный и/или загрязненный, чайная пыль
- 0020001995 чай некондиционный
- 0020211004 пыль чайная

12000000 00 00 0 ОТХОДЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ

- 12100000 00 00 0 Отходы производства растительных и животных масел
- 12100100 08 99 5 Отходы масличных семян
- 12100200 08 99 5 Лузга подсолнечная
- 12100301 01 99 5 жмых подсолнечный
- 12300000 00 00 0 Отходы производства растительных и животных жиров и восков
- 12300200 00 99 5 Отходы животных восков
- 12300400 00 00 4 Отходы животных жиров

13000000 00 00 0 ОТХОДЫ СОДЕРЖАНИЯ, УБОЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ (ВКЛЮЧАЯ ОТХОДЫ РЫБЫ И ИНЫХ МОРЕПРОДУКТОВ)

- 13100000 00 00 0 Отходы содержания животных и птиц
- 13100100 00 00 0 Помет птичий
- 13100101 03 01 3 Помет куриный свежий
- 13100101 01 00 4 помет куриный перепревший
- 13100102 03 01 4 помет угиный, гусиный свежий

18000000 00 00 0 ОТХОДЫ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, БУМАГИ И КАРТОНА

- 18100000 00 00 0 Отходы производства целлюлозы
- 18400000 00 00 0 Отходы переработки целлюлозы
- 18700000 00 00 0 Отходы бумаги и картона
- 18710000 00 00 0 Отходы бумаги и картона незагрязненные
- 18790100 01 00 4 Разнородные отходы бумаги и картона (например, содержащие отходы фотобумаги)

19000000 00 00 0 ДРУГИЕ ОТХОДЫ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

- 19800000 00 00 0 Другие отходы от переработки и рафинирования продуктов растительного происхождения

19900000 00 00 0 Другие отходы от переработки и рафинирования продуктов животного происхождения

30000000 00 00 0 ОТХОДЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 31000000 00 00 0 ОТХОДЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ИСКЛЮЧАЯ ОТХОДЫ МЕТАЛЛОВ)

31100000 00 00 0 Печной бой, металлургический и литейный щебень (брак)

31100200 01 99 5 Бой неиспользованных кварцевых тиглей

31110000 01 00 0 Бой от печей металлургических процессов

31203100 11013 Пыль электрофильтров алюминиевого производства

30000000 00 00 0 ОТХОДЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 31000000 00 00 0 ОТХОДЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ИСКЛЮЧАЯ ОТХОДЫ МЕТАЛЛОВ)

31100000 00 00 0 Печной бой, металлургический и литейный щебень (брак) 31100200 01 99 5 Бой

неиспользованных кварцевых тиглей 31110000 01 00 0 Бой от печей металлургических процессов

31203100 11013 Пыль электрофильтров алюминиевого производства

54000000 00 00 0 ОТХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ, УГЛЯ, ГАЗА, ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ И ТОРФА

54100000 00 00 0 Отходы синтетических и минеральных масел

54100200 02 00 0 Синтетические и минеральные масла отработанные

54100201 02 03 3 масла моторные отработанные

54100202 02 03 3 масла автомобильные отработанные

54100203 02 03 3 масла дизельные отработанные

54100205 02 03 3 масла промышленные отработанные

54100206 02 03 3 масла трансмиссионные отработанные

54100301 02 03 3 остатки моторных масел, потерявших потребительские свойства

54100321 02 03 3 остатки силиконовых масел, потерявших потребительские свойства

54200000 00 00 0 Отходы жиров (смазок) и парафинов из минеральных масел

54600000 00 00 0 Шламы нефти и нефтепродуктов

54600200 06 03 3 Всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей)

91000000 00 00 ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ

91100000 00 00 0 Отходы из жилищ

91100100 01 00 4 Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)

91100200 01 00 5 Отходы из жилищ крупногабаритные

Коэффициенты W для отдельных компонентов опасных отходов

Наименование компонента	X_i	Z_i	$I_g W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде и водных объектах

Наименование	ПДК, г/м ³	
	водоемы коммунально-бытового, хозяйственного значения	водоемы рыбохозяйственного значения
Взвешенные вещества	+0,75 +0,25 к фону	+0,25 к фону
Растворенный кислород (не менее)	4	6
БПК _{пол}	6/3	3
ХПК	30/15	15
Общая минерализация	1000	1000
Азот аммонийный	2,0	0,39
Нитриты	1,0	0,02
Нитраты	10,2	9,1
Нефтепродукты	0,3	0,05
Фенолы	0,001	0,001
Хлориды	350	300
Сульфаты	500	100
Хром	0,05	0,001
Никель	0,1	0,01
Цинк	1,0	0,01
Железо	0,3	0,1
Свинец	0,03	0,01
СПАВ	0,5	0,2

Предельно-допустимые концентрации основных загрязняющих веществ в почве

<i>Наименование ингредиента</i>	<i>ПДК, мг/кг почвы</i>
<i>Ацетальдегид</i>	10,0
<i>Бензол</i>	0,3
<i>Ванадий</i>	150
<i>Кобальт</i>	5,0
<i>Марганец</i>	1000
<i>Медь</i>	3,0
<i>Никель</i>	4,0
<i>Нитраты</i>	130
<i>Ртуть</i>	2,1
<i>Свинец</i>	32,0
<i>Толуол</i>	0,3
<i>Фтор</i>	10,0
<i>Хром (+3)</i>	6,0
<i>Хром (+6)</i>	0,05
<i>Цинк</i>	+50 к фону

Типовое содержание материалов по ОВОС в инвестиционном проектировании

Материалы по оценке воздействия, на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности в инвестиционном проектировании должны содержать, как минимум:

1. Общие сведения.
 - ✓ Заказчик деятельности с указанием официального названия организации (юридического, физического лица), адрес, телефон, факс.
 - ✓ Название объекта инвестиционного проектирования и планируемое место его реализации.
 - ✓ Фамилия, имя, отчество, телефон сотрудника - контактного лица.
 - ✓ Характеристика типа обосновывающей документации: ходатайство (декларация) о намерениях, обоснование инвестиций, технико-экономическое обоснование (проект), рабочий проект (утверждаемая часть).
1. Пояснительная записка по обосновывающей документации.
2. Цель и потребность реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности.
4. Описание альтернативных вариантов достижения цели намечаемой хозяйственной и иной деятельности (различные расположения объекта, технологии и иные альтернативы в пределах полномочий заказчика), включая предлагаемый и "нулевой вариант" (отказ от деятельности).
5. Описание возможных видов воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности по альтернативным вариантам.
6. Описание окружающей среды, которая может быть затронута намечаемой хозяйственной и иной деятельностью в результате ее реализации (по альтернативным вариантам).
7. Оценка воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности по альтернативным вариантам, в том числе оценка достоверности прогнозируемых последствий намечаемой инвестиционной деятельности.
8. Меры по предотвращению и/или снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности.
9. Выявленные при проведении оценки неопределенности в определении воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.
10. Краткое содержание программ мониторинга и после проектного анализа.
11. Обоснование выбора варианта намечаемой хозяйственной и иной деятельности из всех рассмотренных альтернативных вариантов.
12. Материалы общественных обсуждений, проводимых при проведении исследований и подготовке материалов по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности, в которых указывается:

Способ информирования общественности о месте, времени и форме проведения общественного обсуждения.

Список участников общественного обсуждения с указанием их фамилий, имен, отчеств и названий организаций (если они представляли организации), а также адресов и телефонов этих организаций или самих участников обсуждения.

Вопросы, рассмотренные участниками обсуждений; тезисы выступлений, в

случае их представления участниками обсуждения; протокол (ы) проведения общественных слушаний (если таковые проводились).

Все высказанные в процессе проведения общественных обсуждений замечания и предложения с указанием их авторов, в том числе по предмету возможных разногласий между общественностью, органами местного самоуправления и заказчиком.

Выводы по результатам общественного обсуждения относительно экологических аспектов намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

Сводка замечаний и предложений общественности с указанием, какие из этих предложений и замечаний были учтены заказчиком и в каком виде, какие - не учтены, основание для отказа.

Списки рассылки соответствующей информации, направляемой общественности на всех этапах оценки воздействия на окружающую среду.

13. Резюме нетехнического характера.

***Избранные государственные (отраслевые) стандарты и
нормативные документы***

1. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения.
2. ГОСТ 17.2.3.01-76. Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу.
3. ГОСТ 17.3.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов. Общие технические требования. Взамен ГОСТ 17.2.6.01-80.
4. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
5. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
6. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
7. ГОСТ 17.2.4.03-81. Охрана природы. Атмосфера. Индофинальный метод определения аммиака.
8. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнений.
9. ГОСТ 17.2.1.04-77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения.
10. ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
11. ГОСТ 17.1.3.04-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами.
12. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
13. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод.
14. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
15. ГОСТ 17.1.3.10-83. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами при транспортировании по трубопроводу.
16. ГОСТ 17.1.3.11-84. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения минеральными удобрениями.
17. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
18. ГОСТ 17.1.3.12-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше.
19. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
20. ОСТ 34.70-656-84. Охрана природы. Гидросфера. Водопотребление и водоотведение в теплоэнергетике. Основные термины и определения. Срок действия до 31.12.99.

21. ГОСТ 25150-82. Канализация. Термины и определения.
22. ОСТ 11.091.630.3-81. Охрана природы. Технический паспорт очистных сооружений.
23. ОСТ 11.091.630.8-83. Охрана окружающей среды. Типовая инструкция по эксплуатации очистных сооружений.
24. ОСТ 34.70-685-84. Охрана природы. Гидросфера. Сточные воды электростанций. Классификация. Срок действия до 31.12.99.
25. ОСТ 38.01195-80. Вода (техническая, оборотная, сточная) нефтеперерабатывающих заводов. Методы определения взвешенных и растворенных веществ.
26. ОСТ 11091.630.10-84. Охрана природы. Правила технической эксплуатации промышленного водопровода и канализации.
27. ОСТ 51.01-06-85. Охрана природы. Гидросфера. Правила утилизации отходов бурения и нефтегазодобычи в море.
28. ГОСТ 17.1.3.11-84. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения минеральными удобрениями.
29. Санитарные правила по хранению, транспортировке и применению минеральных удобрений в сельском хозяйстве. М.: МЗ СССР, 1974.
30. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
31. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
32. ГОСТ 17.4.1.03-84. Охрана природы. Почвы. Термины и определение химического загрязнения.
33. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
34. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
35. Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве (ПДК). Список № 2. М.: МЗ СССР, 1981.
36. Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве (ПДК). Список № 3. М.: МЗ СССР, 1982.
37. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). М.: МЗ СССР, 1985.
38. Санитарно-гигиенические нормы предельно допустимых количеств (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) пестицидов в почве (СанПиН № 42-128-4275-87). М.: МЗ СССР, 1987.
39. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве (СанПиН № 42-128-4433-87). М.: МЗ СССР, 1988.
40. ГОСТ 17.5.4.02-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсических солей во вскрышных и вмещающих породах.
41. ГОСТ 17.0.0.04-90. Экологический паспорт предприятия.
42. Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов. М.: МЗ СССР, 1987.
43. Временные рекомендации по проведению геолого-экологических исследований на действующих и проектируемых полигонах твердых бытовых отходов г. Москвы и Московской области. М.: Мингео СССР, ПГО «Центр-геология», 1989.

44. Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: Минжилкоммунхоз РСФСР; Изд-во ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1982.
45. Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: МЗ СССР, 1984.
46. Об утилизации, обезвреживании и захоронении токсичных промышленных отходов (№ 591). М.: МЗ СССР, 1984.
47. Основные положения по составу проекта полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. СНиП 2.01.29-85.
48. Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов (№ 3183-84). М.: МЗ СССР, 1985.
49. Предельное количество накопления токсичных промышленных отходов на территории предприятия (организации). М.: МЗ СССР, 1985.
50. Предельное количество промышленных отходов, допускаемое для складирования в накопителях (на полигонах) твердых бытовых отходов (нормативный документ). М.: МЗ СССР, 1985.
51. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации захоронения не утилизируемых промышленных отходов. М.: МЗ СССР, 1977.
52. Санитарные правила устройства и содержания полигонов для твердых бытовых отходов (№2811-83). М.: МЗ СССР, 1983.
53. Указания по проектированию золоотвалов тепловых электрических станций. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1964.
54. ГОСТ 20286-76. Радиоактивное загрязнение и дезактивация. Термины и определения.
55. Допустимые выбросы радиоактивных и химических веществ в атмосферу. М.: Энергоиздат, 1985.
56. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. Л.Н. Мареев, А.С. Зыковой. М. 1980.
57. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76/87) и основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСП-72/87). М.: МЗ СССР, 1988.
58. Пределы поступления радионуклидов, работающих с радиоактивными веществами в открытом виде. Публикация 30 МЗРЗ. Ч. 2. М.: Энергоатомиздат, 1984.
59. Санитарно-гигиенические требования к средствам индивидуальной защиты и их применению при работе с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОРБ № 13). М., 1981.
60. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных электростанций (СП АЭС-79). М., 1981.
61. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПО РО-85, СанПиН 42-129-11-3938-86). М.: МЗ СССР, 1986.
62. ГОСТ 23337-78. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий.
63. ГОСТ 23941-79. Шум. Методы определения шумовых характеристик Общие требования.

64. Временные санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами. М., 1984.
65. Проведение исследований по изучению эффектов сочетанного действия химических веществ с физическими факторами (шум, вибрация, повышенная температура) с целью гигиенической оценки производственной среды: Методические рекомендации (№ 3242-85). М.: МЗ СССР, 1985.
66. Санитарные нормы вибрации рабочих мест (СН 3044-84). М.: МЗ СССР, 1984.
67. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия, электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. М.: МЗ СССР, 1984.
68. ГОСТ 17.2.4.02-84. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
69. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнений.
70. ГОСТ 17.0.03-84. Охрана природы. Метрологическое обеспечение, контроля загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почв. Основные положения.
71. Инструкция по проведению сбора, обработке и порядку представления данных об изменениях в состоянии здоровья населения, связанных с изменениями в окружающей природной среде. М.: МЗ СССР, 1981.
72. Методические рекомендации по спектральному определению тяжелых металлов в биологических материалах и объектах окружающей среды М.: АМН СССР, 1986.
73. Указания по определению фоновых концентраций вредных веществ. П.: Госкомгидромет, 1981.
74. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» № 174-ФЗ от 23 ноября 1995 г. Основные положения. Государственная экологическая экспертиза. Права граждан и общественных организаций (объединений) в области экологической экспертизы. Общественная экологическая экспертиза
Права и обязанности заказчиков документации. Финансирование экологической экспертизы. Решение споров в области экологической экспертизы. Международные договоры РФ. Заключительные положения.
75. ГОСТ 17.0.0.04-90. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
76. ГОСТ Р 22.0.01.-94 БЧС (Безопасность в чрезвычайных ситуациях). Основные положения.
77. ГОСТ Р 22.0.06.-95 БЧС. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура поражающих воздействий.
78. ГОСТ Р 22.0.07.-95 БЧС. Источники техногенных ЧС. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
79. ГОСТ Р 22.1.01.-95 БЧС. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения.
80. ГОСТ Р 22.1.05.-95 БЧС. Средства технического мониторинга. Общие технические требования.
81. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.
82. ГОСТ 12.1.001-83. Ультразвук. Общие требования безопасности.

83. ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
84. СН № 3223-85 Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах.
85. ГОСТ 12.1.002-84. Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электрических полей промышленной частоты.
86. ГОСТ 12.1.006-84. Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электромагнитных полей радиочастот.
87. ГОСТ Р 50723-94. Классификация лазеров, требования к конструкции и к техпроцессам.
88. ГОСТ 15093-90. Параметры лазерного излучения.
89. СанПиН 5804-91. Санитарные правила и нормы при работе с лазерами.
90. СНиП 2392-81 Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.
91. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
92. ГОСТ Р 22.0.07-95 Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. Разработан ВНИИ ГОЧС, введен в действие Постановлением Госстандарта России от 2 ноября 1995 г. № 561.
93. НРБ-96. Нормы радиационной безопасности.
94. НРБ-76/87. Нормы радиационной безопасности.
95. ОСП-72/87. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. М.: Энергоиздат. 1988. 60 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарь В.А., Попов Ю.Л. Риск, надежность и безопасность. Система понятий и обозначений // Безопасность труда в промышленности. 1997. № 10. С. 39.
2. Бондарь В.А., Попов Ю.Л., Нишпал Г.А. Классификация веществ по опасным свойствам. М.: Изд-во МГАХМ, 1997. 100 с.
3. Бубнов А.Г., Гриневич В.И., Кувькин Н.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: Учебно-метод. пособие. Иваново, 2004. 260 с.
4. Букс И. И., Фомин С. А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: Программа курса и учебно-методические материалы. М., 1997.
5. Букс И. И., Фомин С. А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: Учеб. пособие. М., 1999.
6. Василенко В.А. Экологическое обоснование хозяйственных решений: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ, ИЭиОПП; Науч. ред. С.А. Суспицын. Новосибирск, 2001. 138 с. (Сер. Экология. Вып. 60).
7. Временные рекомендации по оценке экологической опасности производственных объектов / Научно-исследовательский центр по проблемам экологической безопасности Госкомэкологии России. М., 2000. 39 с.
8. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Проект допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
9. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
10. ГОСТ Р 22.0.07-95 Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. Разработан ВНИИ ГОЧС, введен в действие Постановлением Госстандарта России от 2 ноября 1995 г. № 561.
11. ГОСТ 12.1.045-84. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
12. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.
13. ГОСТ 12.1.001-83. Ультразвук. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
15. ГОСТ 12.1.002-84. Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электрических полей промышленной частоты.
16. ГОСТ 12.4.124-83. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
17. ГОСТ 12.1.006-84. Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электромагнитных полей радиочастот.
18. ГОСТ Р 50723-94. Классификация лазеров, требования к конструкции и к техпроцессам.
19. ГОСТ 15093-90. Параметры лазерного излучения.
20. ГОСТ 12.4.002-74. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие требования.
21. ГОСТ 12.1.012-78. Вибрация. Общие требования безопасности.

22. ГОСТ 12.1.043-84. Вибрация. Методы измерения на рабочих местах в производственных помещениях.
23. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (утверждено Главным Государственным санитарным врачом РФ 31 мая 2003 г.).
24. Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза: Практика: Учебное пособие. М.: Аспект-Пресс, 2002. - 286 с.
25. Дончева А.В. Основы экологических технологий производства (экологическая оценка технологий): Учебное пособие / А.В. Дончева, С.Г. Покровский. М.: «Изд-во МГУ», 1999. 108 с.
26. Дончева А.В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1978. - 94 с.
27. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник. М.: Аспект-Пресс. – 2002.
28. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях / Под ред. М.И. Постника. Минск: Унверсггэцаке, 1997. 278 с.
29. Зюзин А.В., Семенов В.И. Защита производственного персонала и населения от сильнодействующих ядовитых веществ на химически опасных объектах. М.: Мединор, 1994. 240 с.
30. Измалков В.И., Измалков А.В. Безопасность и риск при техногенных воздействиях. М.; СПб.: Изд-во РАН, 1994. 270 с.
31. Иванов Н.И. Проблемы акустического загрязнения окружающей среды // Экология и промышленность России. 1998. Август. С. 30.
32. Инженерная защита окружающей среды: Учебное пособие / Под ред. О.Т. Воробьева. - СПб: Изд-во «Лань», 2002. - 288 с.
33. Корсаков Г.А. Комплексная оценка обстановки и управление предприятием в чрезвычайных ситуациях. СПб.: ИПКРС, 1993. 130 с.
34. Липунов А.Г., Погорелое В.Н., Подгорных Е.А. Охрана труда. М.: ИЦ «Витязь», 1996. 240 с.
35. Лопатин В.Н. Менеджмент и маркетинг в экологии: Учебное пособие для вузов. М., 2001. - 169 с.
36. Матвеев А. Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 179 с.
37. Методическое пособие по применению «Критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды» для видов отходов, включенных в федеральный классификационный каталог отходов. - М.: Изд-во ФГУ «ЦЭКА», 2003. - 34 с.
38. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М.: Изд-во НТЦ "Промышленная безопасность", 1996. - 29 с.
39. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М.: Изд-во НТЦ "Промышленная безопасность", 2001. - 18 с.
40. Надежность технических систем и технологический риск: Электронное учебное пособие // Департамент ГЗ МЧС России [http://www.oksion.ru/index-1 .html](http://www.oksion.ru/index-1.html)
41. НРБ-96. Нормы радиационной безопасности.

42. НРБ-76/87. Нормы радиационной безопасности. ОСП-72/87. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. М.: Энергоиздат. 1988. 60 с.
43. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособ. СПб., 2006. 261 с.
44. Оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза, аудит и сертификация / Сост: В.Н. Пшенин. СПбГЭУ, 2005. 74 с.
45. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности А.С. Бобков и др. М.: Химия, 1997. 400 с.
46. Положение о декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.95 № 675).
47. Пособие по оценке воздействия на окружающую среду // Под ред. Максименко Ю.Л., Горкиной И. Д. - М.: Госкомприрода СССР. 1991. С.101.
48. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.10.2000 г. № 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов».
49. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 02.12.2002 г. № 875 «Об утверждении паспорта опасного отхода» (зарегистрирован Минюстом России 16.10.2003 г. № 4128).
50. Постановление Правительства РФ от 26.10.2000 № 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасного отхода».
51. Приказ МПР России от 02.12.2002 г. № 785 «Об утверждении формы паспорта опасного отхода».
52. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001 г. № 511 Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды.
53. Русак О.Н. Радиационная безопасность. СПб.: ЛТА, 1993. 24 с.
54. Сборник укрупненных затрат на рекультивацию нарушенных земель. М.: Изд-во «Госагропром», 1992. - 326 с.
55. Сынзыныс Б.И., Козьмин Г.В. Введение в радиозэкологию. Радиационные факторы в природной среде и сфере жизнедеятельности человека. Обнинск: ОИАТЭ, 1997. 58 с.
56. СМиП № 3041-84. Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих.
57. СН № 3223-85 Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах.
58. СН № 3044-84. Санитарные нормы вибрации рабочих мест.
59. Санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот.
60. СанПиН 5804-91. Санитарные правила и нормы при работе с лазерами.
61. СНиП 2392-81 Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.
62. СН № 1757-77. Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля.

63. Технический отчет по определению фактических валовых выбросов вредных веществ в атмосферу ЗАО Строительно-коммерческая фирма «ДСК»: Отчет об атмосфере / Центр «Содействие»; Ген. директор А.А. Петров, инженер СИ. Лезин. - Краснодар, 2004. - 93 с.
64. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
65. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» №89 от 24.06.1998 г.
66. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (с изменениями на 9 мая 2005 года)
67. Федеральный классификационный каталог отходов. Приказ МПР РФ от 30.07.03. № 663.
68. Черп О.М., Виниченко В.Н., Хотулёва М.В. и др. Экологическая оценка и экологическая экспертиза. М.: Социально-экологический союз, 2000. 232 с.
69. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: Учебное пособие для вузов / Н.А. Бродская, О.Т. Воробьев, А.Н. Маковский. М.: Изд-во «Дрофа», 2006. - 508 с.
70. Экологическая экспертиза. Под ред. Проф. В.М. Питулько. М.: Изд-во Академия, 2004. 476 с.
71. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения России. М.: Фонд «Здоровье и окружающая среда», Российская ассоциация общественного здоровья, 1997. 91 с.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Экологическое оценивание, как обязательная составляющая часть планирования, контролируемая государственными органами и общественностью, сегодня законодательно закреплена во многих странах мира, в том числе и в России. В нашей стране контролируемые функции возложены на специально уполномоченные государственные органы, а проведение собственно экологической оценки (экологических прогнозов) возлагается на инициаторов намечаемой деятельности. За процессом проведения экологической оценки в России закрепилось название «Оценка воздействия на окружающую среду», которое для краткости заменяют аббревиатурой ОВОС.

Расчетные оценки изменения характеристик состояния окружающей среды представляют собой основную содержательную часть работы по проведению ОВОС и требуют привлечения самых широких естественнонаучных знаний. Существующие методы расчетов столь многообразны и сложны, что подробное ознакомление с ними выходит далеко за рамки образовательной подготовки экономистов. Поэтому в предлагаемых заданиях для самостоятельных работ рассматриваются лишь сравнительно простые задачи.

Материалы ОВОС, подготовленные за счет средств инвестора, далее передаются на государственную экологическую экспертизу. При проведении экспертизы большую помощь в принятии решений могут оказать методы экспертного оценивания. Необходимость широкого использования процедур экспертного оценивания при решении вопросов экологической направленности обусловлена следующими обстоятельствами:

- исследуемые и сопоставляемые объекты, как правило, представляют собой сложные системы, для которых не удастся построить модели, адекватно описывающие их поведение, либо создание таких моделей неприемлемо по срокам и стоимости;
- для решения экологических проблем приходится привлекать широкий круг специалистов (биологов, географов, химиков, экологов, экономистов, юристов и др.), между которыми существует значительная междисциплинарная разобщенность, затрудняющая взаимопонимание между ними и формирование целостного взгляда на исследуемую проблему;
- получаемые при экологических исследованиях огромные объемы самой разнородной информации создают существенные трудности при сопоставлении между собой возможных вариантов осуществления хозяйственной деятельности, что неизбежно приводит к необходимости экспертного оценивания в явной или неявной форме. Экспертное оценивание - это организация работы со специалистами-экспертами и методы обработки мнений экспертов с целью подготовки информации для принятия решений ЛПР - лицами, принимающими решения. Экспертное оценивание может применяться в самых разнообразных областях человеческой деятельности, в том числе при оценке воздействия на окружающую среду и при экологической экспертизе.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ

Порядок проведения ОВОС регламентируется «Положением об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Рос-

сийской Федерации», утвержденным 16 мая 2000 г. приказом Комитета РФ по охране окружающей среды за № 372. В этом документе сформулировано новое определение ОВОС, согласно которому ОВОС это *процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.*

Материалы ОВОС, наряду с другой обосновывающей проектной документацией, являются предметом рассмотрения государственной экологической экспертизы, без положительного решения которой осуществление намечаемой деятельности не допускается.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) сегодня является обязательной процедурой на стадии обоснования инвестиций, разработки предпроектных и проектных решений для большинства крупных объектов хозяйственной деятельности. Проведение ОВОС способствует принятию экологически ориентированного управленческого решения по реализации намечаемой деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, прогноза экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер, направленных на уменьшение и предотвращение негативных воздействий.

Организирующая роль процедуры ОВОС в деле охраны природной среды, подтвержденная, как международной, так и отечественной практикой, стала особенно явной в последние годы. Безусловно, в дальнейшем эта роль будет еще более значимой. Поэтому подготовка специалистов по экономике природопользования должна включать изучение, как формальных основ проведения этой процедуры, так и ее содержательной части, которая состоит, прежде всего, в определении исходного состояния и построении прогнозных оценок изменения окружающей среды.

Процедура ОВОС заканчивается передачей обосновывающих материалов в государственную экологическую экспертизу. В то же время она сама включает в себя элементы экспертного оценивания, что неизбежно при сопоставлении альтернативных вариантов намечаемой деятельности.

Выполнение заданий для самостоятельных работ по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» имеет принципиальное значение для будущей практической деятельности специалистов по экономике природопользования.

1. Фирмы А, Б, В поставляют оборудование для очистки сточных вод. Оборудование всех фирм очищает сточные воды до нормативных параметров и имеет одинаковую производительность. Однако по другим критериям оборудование отличается друг от друга, и эти отличия указаны в таблице 1. Менеджеру — экологу руководство предприятия поставило задачу выбрать наиболее подходящее оборудование. Воспользуйтесь экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий и определите фирму, оборудование которой Вы бы рекомендовали руководству для приобретения и установки на предприятии.

Таблица 1

Критерии	Фирма		
	А	Б	В
Стоимость, в условных единицах	1000	800	650
Надежность, (вероятное число отказов в течение 20 лет, влекущее сброс неочищенных стоков и выплату штрафов)	5	4	8
Гарантия, лет	3	3	1
Долговечность, лет (срок до капитального ремонта)	20	15	16
Возможность автоматического контроля параметров очистки	Полная	Ограниченная	Ограниченная
Наличие деталей и комплектующих на рынке	Ограниченное	Без проблем	Без проблем
Удобство обслуживания, в частности удаления осадка загрязняющих веществ и смены фильтров	Удобно	Очень неудобно	Неудобно

Дайте обоснование предпочтениям между критериями. Убедитесь в согласованности экспертных оценок. Расположите фирмы в порядке предпочтения.

Вариант 2.

На теплоэлектростанции предполагается установить комплект оборудования для очистки отработавших газов от диоксида серы и пыли. Такие комплекты поставляются тремя фирмами А, Б, В. Стоимость комплектов одинакова, однако они отличаются между собой по другим характеристикам, которые указаны в таблице 2. Установка любого из комплектов позволит предприятию соблюдать лимиты по выбросам в атмосферу.

Менеджеру-экологу руководство предприятия поручило выбрать наиболее подходящий вариант оборудования. Воспользуйтесь экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий и определите фирму, оборудование которой Вы бы рекомендовали руководству для приобретения и установки на теплоэлектростанции.

Определяя приоритеты, примите во внимание, что до установки оборудования мощность эмиссии пыли в два раза меньше, чем диоксида серы, в то время как максимальные предельно разовые концентрации для пыли и диоксида серы составляют соответственно 0,15 и 0,5 мг/м³.

Таблица 2

Критерии	Фирма		
	А	Б	В
Эффективность оборудования по очистке от пыли, %	90	80	95
Эффективность оборудования по очистке от диоксида серы, %	70	90	80
Надежность, (вероятное число отказов в течение 20 лет, влекущее выброс неочищенных газов и выплату штрафов)	4	5	3
Гарантия, лет	3	2	3
Долговечность, лет (срок до капитального ремонта)	10	8	8
Возможность автоматического контроля параметров очистки	Полная	Ограничена	Ограничена
Стоимость, условных единиц	1500	1300	1100

Дайте обоснование предпочтениям между критериями. Убедитесь в согласованности экспертных оценок. Расположите фирмы в порядке предпочтения.

Вариант 3.

Риэлтерская фирма по запросу одного из покупателей подбирает дом с наилучшими экологическими условиями проживания. Всего рассматривается три варианта домов А, Б, В равной стоимости, которая удовлетворяет покупателя. Однако дома при прочих равных условиях отличаются друг от друга экологически значимыми параметрами, как на окружающей их территории, так и внутри помещений.

Проведите экспертное оценивание по указанным в таблице 3 категориям сравнения и выберите наилучший по экологическим условиям дом, который можно предложить покупателю. Дайте обоснование своим суждениям по предпочтениям между рассматриваемыми критериями. Оцените согласованность суждений. Варианты А, Б, В выстройте в порядке предпочтения.

Таблица 3

Критерии	Дом		
	А	Б	В
Загрязнение атмосферы на прилегающей территории (фоновые концентрации NO ₂ в долях ПДК)	0,2	0,8	0,6
Интегральный показатель загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами Z _c на прилегающей территории	20	12	8
Качество питьевой воды, подаваемой в дом	среднее	среднее	высокое
Фоновый уровень шума на прилегающей территории ночью, дБА	46	55	40
Расстояние до ближайшего парка, м	1000	100	500
Обустройство кухни	С газовой плитой	С электроплитой	С газовой плитой
Доля экологически безопасных строительных материалов, использованных в отделке интерьеров, %	80	95	85

Вариант 4.

Инвестор выбирает по экологическим условиям площадку для строительства нового дома. На рассмотрении находится три площадки городской территории А, Б, В, которые отличаются своими экологическими характеристиками, указанными в таблице 4. Остальные экологические характеристики территорий одинаковы.

Проведите экспертное оценивание по указанным в таблице категориям сравнения и выберите наилучшую по экологическим условиям территорию, которую можно рекомендовать инвестору. Дайте обоснование своим суждениям по предпочтениям между рассматриваемыми критериями. Оцените согласованность суждений. Варианты А, Б, В выстройте в порядке предпочтения.

Таблица 4

Критерии	Территория		
	А	Б	В
Фоновые концентрации NO ₂ в атмосфере в долях ПДК на прилегающей территории	0,4	0,6	0,8
Фоновые концентрации SO ₂ в атмосфере в долях ПДК на прилегающей территории	0,5	0,1	0,3
Интегральный показатель загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами Z _c на прилегающей территории	20	12	8
Мощность дозы естественного гамма-излучения, мкР/час	32	11	20
Качественная оценка радоновой опасности (предполагается, что эмиссия радона во всех районах отвечает нормативным требованиям)	Средняя по району	Ниже средней	Выше средней
Фоновый уровень шума на прилегающей территории ночью, дБА	45	55	40
Расстояние до ближайшего парка, м	500	1000	100

Вариант 5.

На автомобильном заводе рассматриваются проекты легковых автомобилей трех моделей А, Б, В и решается вопрос о выпуске одной из моделей, наиболее полно удовлетворяющей экологическим требованиям. Как свидетельствует представленная ниже таблица 6, рассматриваемые модели несколько отличаются по своим параметрам. Менеджеру-экологу предприятия предложено выбрать наиболее подходящую с экологической точки зрения модель.

Воспользуйтесь экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий и определите модель, которую Вы бы рекомендовали руководству для запуска в производство, имея в виду экологическое качество автомобиля.

Используйте критерии, указанные в таблице. Дайте обоснование предпочтениям между критериями. Убедитесь в согласованности экспертных оценок. Расположите модели в порядке предпочтения.

Таблица 6

Критерии	Модели автомобилей		
	А	Б	В
Расход топлива, л/100 км	8	10	11
Удельный выброс оксидов азота (NO _x) в атмосферу, г/км	2,2	1,8	1,5
Удельный выброс угарного газа (CO) в атмосферу, г/км	15,2	26,4	8,4
Удельный выброс углеводородов в атмосферу, г/км	2,0	1,6	1,0
Уровень шума, создаваемого автомобилем при проведении заводских испытаний в соответствии с ГОСТ, ДВА	76	68	72
Утечка смазочных материалов и других нефтепродуктов в пути, г/100 км	7	5	10
Доля материалов, из которых сделан автомобиль (по массе), доступная для вторичной переработки, %	77	95	85

Вариант 6.

Вдоль автомобильной дороги для защиты от транспортного шума предполагается установить акустические экраны высотой 4 м. На рынке доступно три типа акустических экранов А, Б, В, которые несколько отличаются по своим параметрам и стоимости. Перед строителями стоит непростая задача выбора одного из типов экранов. Учитывая, что ряд характеристик невозможно сопоставить между собой или выразить в количественном отношении, воспользуйтесь экспертным оцениванием с помощью метода анализа иерархий. Критерии, по которым проводится оценивание, указаны в представленной ниже таблице 7.

Таблица 7

Критерии	Типы экранов		
	А	Б	В
Стоимость одного погонного метра экрана, \$.	300	500	400
Эффективность защиты от шума, ДВА	14	16	12
Долговечность (время, после которого потребуется полная замена экранов), годы	15	25	20
Эстетическое восприятие экрана	посредственное	отличное	хорошее
Удобство обслуживания	удобно	удобно	трудности при обслуживании
Ремонтопригодность	малая	средняя	высокая
Устойчивость к проявлению актов вандализма	высокая	малая	средняя

Дайте обоснование предпочтениям между критериями. Убедитесь в согласованности экспертных оценок. Расположите типы экранов в порядке предпочтения.

Вариант 7

Предприятие производит три типа домашних устройств для очистки воды в домашних условиях А, Б, В. Они отличаются по своим характеристикам, которые трудно напрямую связать между собой. Это побуждает воспользоваться для выбора подходящего типа одним из методов экспертного оценивания продукции. Сопоставьте с точки зрения потребителя характеристики устройств, указанных в таблице 8, и сделайте обоснованный выбор в пользу одного из вариантов. Для оценки используйте метод анализа иерархий.

Таблица 8

Критерии	Устройства для очистки воды в домашних условиях		
	А	Б	В
1	2	3	4
Стоимость, в условных единицах	100	80	50

Степень очистки от взвешенных веществ, %	98	95	90
Степень очистки от хлорсодержащей органики, %	85	85	70
1	2	3	4
Производительность устройства, л/с	0,2	0,1	0,05
Долговечность, лет	4	5	5
Возможность регенерации фильтров по очистке воды, входящих в состав устройства	Полная	Частичная	Полная
Внешний вид	Привлекательный, но большой по размерам	Неудачный	Компактный и красивый

Дайте обоснование предпочтениям между критериями. Убедитесь в согласованности экспертных оценок. Расположите типы устройств для очистки воды в порядке предпочтения.

Задание 1.

Рассчитайте приземные концентрации диоксида азота (NO_2) от работающей одиночной трубы теплоэлектростанции (или котельной) по оси направления ветра на расстояниях 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 км. Постройте график изменения концентраций в зависимости от расстояния при найденной опасной скорости ветра. Коэффициент стратификации для всех заданий принять равным $A = 160$. Рельеф местности считать плоским ($\eta = 1$). Другие исходные параметры принять в соответствии с номером варианта по таблице 9.

Расчетные формулы и графики см. в Приложении. По формулам определите максимально возможную концентрацию диоксида азота в приземном слое, а также расстояние от трубы и опасную скорость ветра, при которых эта концентрация реализуется. Будет ли наибольшая расчетная концентрация превосходить максимальную разовую предельно допустимую концентрацию ПДК_{м.р.}? Если будет, то подберите высоту трубы такой, чтобы концентрации не превосходили ПДК_{м.р.}. Для диоксида азота ПДК_{м.р.} = 0,085 мг/м³.

Таблица 9

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Высота трубы, м	20	50	50	100	050	100	50	50	20	20
Диаметр трубы, м	0,8	0,8	0,5	1,0	3,0	2,0	1,0	1,6	1,0	0,5
Расход ГВС, м ³ /с	6,53	7,54	2,94	15,7	141,3	62,8	11,8	30,14	10,20	2,55
$\Delta T, ^\circ\text{C}$	40	60	40	130	130	130	80	80	100	100
$w_0, \text{м/с}$	13	15	15	20	20	20	15	15	13	13
Мощность эмиссии диоксида азота (M), г/с	1	10	10	100	200	100	100	20	10	2

Примечание: ГВС трубы - газозвдушная смесь, выходящая из трубы, ΔT - разность температур ГВС и окружающего воздуха; w_0 - скорость выхода газозвдушной смеси из трубы.

Задание 2.

Определите эмиссию диоксида азота, обусловленную движением автомобилей по автотранспортной магистрали. Параметры транспортного потока, необходимые для расчета, указаны в таблице 10.

Постройте график уменьшения концентраций диоксида азота с подветренной стороны по мере удаления от автомобильной магистрали. Скорость ветра указана в таблице. Угол между вектором скорости ветра и направлением дороги во всех вариантах принять равным 30° . Определите, на каком расстоянии от кромки дороги достигается максимальная разовая ПДК_{м.р.} по NO₂. Для диоксида азота ПДК_{м.р.} = 0,085 мг/м³.

Эмиссия NO₂ для одного автомобиля (масса загрязняющего вещества, выбрасываемая на единице пути) в расчетах считается независимой от скорости в широком диапазоне скоростей и принимается:

7 г/км - для одного легкового автомобиля;

5,2 г/км - для одного грузового карбюраторного автомобиля;

7,8 г/км - для одного дизельного грузового автомобиля. При расчетах рассмотреть случай слабой проходящей солнечной радиации.

Фоновую концентрацию принять равной нулю.

Таблица 10

Вариант	Интенсивность, авт. в час	Скорость ветра, м/с	Доля грузовых карбюраторных, %	Доля грузовых дизельных, %
1	2	3	4	5
1	1000	1	50	10
2	1000	1,5	40	20
3	2000	2	60	5
4	2000	1	60	0
5	3000	2	20	30
6	3000	3	40	10
7	4000	1	10	40
8	4000	2	50	0
1	2	3	4	5
9	5000	2,5	10	30
0	5000	3	20	30

Задание 3.

Построить график, демонстрирующий уменьшение уровней эквивалентного шума автомобильного транспортного потока по мере удаления от дороги. Интенсивность, скорость и состав транспортного потока по вариантам указаны в таблице 11. При расчетах принять:

покрытие — мелкозернистый асфальтобетон; местность с плоским рельефом;

поверхность между дорогой и точкой замера - зеленый газон;

дорога четырехполосная с разделительной полосой 5 м; дорога идет без уклонов.

Определить расстояние, на котором достигается допустимый для жилой застройки в дневное время эквивалентный уровень шума $L_{\text{ЭКВ.}} = 55$ дБА.

Таблица 11

Вариант	Интенсивность, авт. в час	Скорость, км/час	Доля грузовых карбюраторных, %	Доля грузовых дизельных, %
1	1000	40	50	10
2	1000	80	40	20
3	2000	60	60	5
4	2000	80	60	0
5	3000	60	20	30
6	3000	70	40	10
7	4000	50	10	40
8	4000	80	50	0
9	5000	60	10	30
0	5000	80	20	30

Задание 4.

С территории завода сбрасываются сточные воды, содержащие нефтепродукты в концентрации, величина которой задана в таблице 12.

Фоновая концентрация нефтепродуктов C_{ϕ} в речной воде выше створа сброса составляет 0,02 мг/л. Предельно допустимая концентрация нефти в воде для рыбохозяйственного водотока, каким является река, составляет 0,05 мг/л.

Определить концентрацию нефтепродуктов на расстоянии 125 м от места сброса, считая, что вещество на таком коротком промежутке консервативно, коэффициент извилистости реки равен 1, уклон реки - 0,001, выпуск сточных вод осуществляется у берега. Другие величины, необходимые для расчета, следует взять из таблицы 15 в соответствии с номером варианта.

В таблице 12 приняты следующие обозначения задаваемых величин:

$C_{зв}$ - концентрация загрязняющего вещества (в рассматриваемом случае нефтепродуктов) в сточных водах; Q_{ϕ} - расход речной воды в фоновом створе; $Q_{зв}$ - расход воды в трубе, сбрасывающей сточные воды; v_{cp} - средняя скорость воды в реке; h_{cp} - средняя глубина реки в районе сброса. Определите кратность превышения ПДК в створе, отстоящем на расстоянии 125 м от выпуска. Определите кратность разбавления в этом створе.

Определите допустимую концентрацию нефтепродуктов в сточных водах, обеспечивающую достижение ПДК в створе на расстоянии 125 м.

Таблица 12

Вариант	$C_{зв}$, мг/л	Q_{ϕ} , м ³ /с	$Q_{зв}$, м ³ /с	v_{cp} , м/с	h_{cp} , м
1	2	3	4	5	6
1	25	250	0,8	1	2
2	10	200	2	1	2,5
3	15	500	4	1	5
4	20	1000	5	1,5	6
5	40	800	4	1,2	4
6	30	600	3	1,5	3
7	50	800	4	2	4
1	2	3	4	5	6
8	20	400	2	1	2
9	30	500	1,5	1,3	2,5
0	40	600	2	1,6	2,8

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Проанализируйте информацию о предприятии. На основе имеющихся данных составьте экопаспорт

предприятия и проведите необходимые расчеты

Технико-экологическая характеристика объекта

Характеристика источников загрязнения окружающей среды

Предприятие 000 «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» специализируется на переработке мяса животных, производстве колбасных изделий в расширенном ассортименте.

В течение всего процесса производства технологическим оборудованием участков и цехов предприятия осуществляется выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Это так называемые стационарные источники выбросов. К передвижным (нестационарным) источникам выбросов относится автотранспорт предприятия, используемый для доставки исходного сырья и готовой продукции на склады и в цеха.

Выбросы промышленных предприятий подразделяются на организованные и неорганизованные. Организованными называются такие выбросы, которые осуществляются с помощью специально сооруженных газоходов воздухопроводов и труб. Неорганизованные – это промышленные выбросы, поступающие в атмосферный воздух в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.

На предприятии зарегистрировано 16 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из которых 14 организованных и два неорганизованных. Из всех источников в атмосферу выбрасывается 15 ингредиентов загрязняющих веществ и четыре группы суммации. Из общей массы выбрасываемых веществ, твердые - 0,631 тонна, газообразные и жидкие - 18,382 тонны. Общее количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу на существующее положение, составляет - 19,013 тонн/год, которые предполагается формировать как ПДВ.

На предприятии имеется собственная котельная, топливом для которой служит природный газ. Из выбрасываемых предприятием веществ к первому классу опасности относится только одно вещество - бенз(а)пирен, четыре вещества ко второму классу опасности, пять веществ к третьему классу опасности, три вещества к четвертому классу опасности, ОБУВ имеют 2 вещества .

Коэффициент опасности предприятия рассчитанный на основании «Рекомендаций по делению предприятий на категории опасности в зависимости от массы и видового состава, выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ», что позволяет отнести предприятие к 4 категории опасности.

Выбросы предприятия в основном обусловлены работой энергетического оборудования: котельная - 6,716 тонн (64,93 % - оксид азота, углерода оксид, диоксид азота), основное производство - компрессорная 3,0 тонны (15,81 % - аммиак), копильные камеры, ротационные печи - 3,251 тонна (17,09 % - оксид углерода, окислы азота, фенол, пропионовый альдегид, сернистый ангидрид). На долю выбросов от остальных производств, приходится 2,17 % от общей массы выбрасываемых веществ. Основные производственные показатели работы, объем выпускаемой продукции в фактическом выражении:

- колбасных изделий производится до 20 тонн в смену (производство двухсменное); консервов более 6,0 тыс. банок в сутки;
- полуфабрикатов (котлеты, фарш, палочки) - 3,5 - 5,0 тонн в сутки;
- субпродуктов - 300 - 500 кг в смену.

Основное производство сопровождается выбросом в атмосферу взвешенных веществ, окиси углерода, двуокиси азота и оксид азота (ист. 0001 – ист. 0009, ист. 0010, ист. 0011).

Поступление в атмосферный воздух незначительных количеств пыли от гаража абразивной, металлической (ист.0013); оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, аммиак, фенол, пропионовый альдегид, сажа, оксида железа, оксида марганца, фтористый водород (ист. 6002). В процессе работы мясозирового цеха выделяется оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, аммиак, фенол, пропионовый альдегид, сажа, углеводороды (ист. 6001).

При производстве колбасы образуется: оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, аммиак, фенол, пропионовый альдегид, сажа (ист.0001 – ист. 0007),(ист. 0015, ист. 0016) При работе котельной выделяется бенз(а)пирен, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота (ист. 0012). Во время работы компрессорной в атмосферу попадает аммиак (ист. 0014). Характеристика источников выбросов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика источников выбросов

№ позиции на карте-схеме	Производство	Наименование источника выделения	Количество штук	Наименование источника выброса	Высота, м	Диаметр газохода, м
0001	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0002	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0003	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0004	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0005	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0006	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0007	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0008	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0009	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	14	0,35
0011	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	11,5	0,15

Продолжение таблицы 14

0012	Производство тепла. Котельная	Котел ДКВР - 2,5 / 1,3	2	Труба	30	1,13
0013	Ремонтное. Слесарная мастерская	Металлообрабатывающие станки	3	Труба	6,0	0,4
0014	Холодильное Компрессорная	Холодильные установки	6	Труба	1,5	0,3
0015	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	7,5	0,3
0016	Мясоперерабатывающее. Колбасный цех	Коптильная камера	1	Труба	7,5	0,3
6001	Мясожировой цех.	Опалочная горелка	1	Неорганизованный	-	-
6002	Автотранспортное и ремонтное. Гараж	Двигатели а/м, сварочный аппарат, газовый резак	16	Неорганизованный	-	-

Характеристика выбрасываемой газовойдушной смеси представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика выбрасываемой газовойдушной смеси

№ позиции на карте-схеме	Наименование вещества	Скорость, м	Объем, м ³ /с	Температура, °С	Величина выброса	
					г/с	т/год
0001	Оксид углерода	0,86	0,083	45	0,012	0,151
	Диоксид азота				0,002	0,028
	Оксид азота				0,0003	0,005
	Диоксид серы				0,0003	0,004
	Аммиак				0,0001	0,001
	Фенол				0,004	0,053
	Пропиональдегид				0,003	0,044
	Сажа				0,005	0,063
0002	Оксид углерода	0,86	0,083	45	0,012	0,151
	Диоксид азота				0,002	0,028
	Оксид азота				0,0003	0,005
	Диоксид серы				0,0003	0,004
	Аммиак				0,0001	0,001
	Фенол				0,004	0,053
	Пропиональдегид				0,003	0,044
	Сажа				0,005	0,063
0003	Оксид углерода	0,86	0,083	45	0,012	0,151
	Диоксид азота				0,002	0,028
	Оксид азота				0,0003	0,005
	Диоксид серы				0,0003	0,004
	Аммиак				0,0001	0,001
	Фенол				0,004	0,053
	Пропиональдегид				0,003	0,044
	Сажа				0,005	0,063
0004	Оксид углерода	0,86	0,083	45	0,012	0,151
	Диоксид азота				0,002	0,028
	Оксид азота				0,0003	0,005
	Диоксид серы				0,0003	0,004
	Аммиак				0,0001	0,001
	Фенол				0,004	0,053
	Пропиональдегид				0,003	0,044
	Сажа				0,005	0,063

Продолжение таблицы 2

0005	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Диоксид серы Аммиак Фенол Пропиональдегид Сажа	0,86	0,083	45	0,012 0,002 0,0003 0,0003 0,0001 0,004 0,003 0,005	0,151 0,028 0,005 0,004 0,001 0,053 0,044 0,063
0006	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Диоксид серы Аммиак Фенол Пропиональдегид Сажа	0,86	0,083	45	0,012 0,002 0,0003 0,0003 0,0001 0,004 0,003 0,005	0,151 0,028 0,005 0,004 0,001 0,053 0,044 0,063
0007	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Диоксид серы Аммиак Фенол Пропиональдегид Сажа	0,86	0,083	45	0,012 0,002 0,0003 0,0003 0,0001 0,004 0,003 0,005	0,151 0,028 0,005 0,004 0,001 0,053 0,044 0,063
0008	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Диоксид серы Аммиак Фенол Пропиональдегид Сажа	0,86	0,083	45	0,012 0,002 0,0003 0,0003 0,0001 0,004 0,003 0,005	0,151 0,028 0,005 0,004 0,001 0,053 0,044 0,063
0009	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Диоксид серы Аммиак Фенол Пропиональдегид Сажа	0,86	0,083	45	0,012 0,002 0,0003 0,0003 0,0001 0,004 0,003 0,005	0,151 0,028 0,005 0,004 0,001 0,053 0,044 0,063
0010	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Аммиак Фенол Пропиональдегид	0,86	0,083	45	0,005 0,0016 0,0003 0,0001 0,0008 0,0001	0,036 0,012 0,002 0,0005 0,006 0,007
0011	Оксид углерода Диоксид азота Оксид азота Аммиак Фенол Пропиональдегид	0,86	0,083	45	0,005 0,0016 0,0003 0,0001 0,0008 0,0001	0,036 0,012 0,002 0,0005 0,006 0,007
0012	Оксид углерода Диоксид азота Бенз(а)пирен Оксид азота	7,89	3,965	170	0,243 0,175 4,3*10 ⁻⁸ 0,028	6,716 4,844 1,2*10 ⁻⁸ 0,787
0013	Пыль абразивная Пыль металлическая (железа оксид)	-	-	-	0,003 0,0045	0,004 0,006
0014	Аммиак	2,357	0,074	23	0,095	3,0

Продолжение таблицы 2

0015	Оксид углерода	8,63	0,61	45	0,002	0,045
	Диоксид азота				0,0004	0,009
	Оксид азота				$6,5 \cdot 10^{-5}$	0,0015
	Диоксид серы				0,0001	0,002
	Аммиак				0,0001	0,002
	Фенол				0,002	0,045
	Пропиональдегид				0,0015	0,034
Сажа	0,0005	0,011				
0016	Оксид углерода	8,63	0,61	45	0,002	0,045
	Диоксид азота				0,0004	0,009
	Оксид азота				$6,5 \cdot 10^{-5}$	0,0015
	Диоксид серы				0,0001	0,002
	Аммиак				0,0001	0,002
	Фенол				0,002	0,045
	Пропиональдегид				0,0015	0,034
Сажа	0,0005	0,011				
6001	Оксид углерода	-	-	-	0,045	0,065
	Диоксид азота				0,0064	0,009
	Оксид азота				0,001	0,001
	Диоксид серы				0,01	0,014
	Аммиак				0,003	0,004
	Сажа				0,009	0,013
	Углеводороды				0,04	0,058
6002	Оксид углерода	-	-	-	0,069	0,119
	Углеводороды				0,024	0,015
	Диоксид азота				0,01	0,019
	Оксид азота				0,001	0,003
	Диоксид серы				0,0008	$5,0 \cdot 10^{-4}$
	Сажа				0,00009	$1,2 \cdot 10^{-4}$
	Оксиды железа				0,089	0,04
	Оксиды марганца				0,001	0,001
	Фтористый водород				0,00028	$1,8 \cdot 10^{-4}$

По данным таблицы зафиксируйте гистограммой общий процент выбросов, а также повещественный состав выбросов (в %).

Какие меры можно предложить для сокращения вредных выбросов?

Экологический мониторинг на объекте

Организация мониторинга промышленного предприятия начинается с определения отрасли, к которой оно принадлежит, изучения технологических регламентов, и инвентаризации потребляемых ресурсов, выбросов и сбросов, а также оценка состояния окружающей среды расположения предприятия.

Основными критериями качества воздуха является ПДК или ориентировочно-безопасные уровни воздействия. В зависимости от токсичности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-89 выделяют четыре класса опасности: 1 класс - чрезвычайно опасные; 2 класс - высокоопасные; 3 класс - умеренно опасные; 4 класс – малоопасные. Контроль осуществляется непосредственно на источниках выбросов, а также по фактическому загрязнению атмосферного воздуха на специально выбранных контрольных точках (постах), установленных на границе санитарно-защитной зоны или в санитарной зоне района города, в котором находится предприятие.

На предприятии ООО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» определение концентраций загрязняющих веществ осуществляют различными методами, согласно соответствующим методикам:

-методика определения концентрации пыли в технологических газах;

- методика определения концентрации окислов азота фотометрическим методом с использованием реактива Грисса-Илловская;
- методика определения концентрации суммы оксидов азота фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой;
- ОСТ « Охрана природы. Атмосфера. Отходящие газы. Определение параметров выбросов окислов азота от предприятий цветной металлургии»;
- методика определения окиси углерода с использованием прибора «Газохром-301»;
- методика определения окиси углерода и метана методом реакционной газовой хроматографии;
- методика определения окиси углерода с использованием прибора ГХЛ-1;
- методика определения окиси углерода с использованием приборов ГХ-4 и ГХСО-5;
- методика определения концентрации диоксидов серы нитрометрическим методом с использованием перекиси водорода и торона 1 в качестве индикатора;
- ОСТ 48-256-86 « Охрана природы. Атмосфера. Методика хроматографического определения соединений серы в выбросах предприятий цветной металлургии»;
- методика определения концентрации диоксидов серы фотоколориметрическим методом с тетрахлормеркуратом и парарозанилином;
- методика определения концентрации сернистого газа йодометрическим методом.

Экологическая оценка всех видов выбросов, сбросов и отходов Производства. Экологическая оценка выбросов

Характеризуя ущерб, наносимый загрязнителями человеку, следует иметь в виду совместное воздействие разных выбросов производства, которое гораздо вреднее, поэтому рекомендуется учитывать суммарное действие всех веществ в выбросах, поступающих от литейных производств.

Объектами выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются котельная, коптильные камеры колбасного цеха, компрессоры холодильной установки и рефрижератора, очистные сооружения и сварочный аппарат.

Всего на предприятии в Брянске насчитывается 16 организованных и два неорганизованных источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из которых в атмосферу выбрасывается 14 загрязняющих веществ, которые образуют четыре группы суммаций. В Севском филиале насчитывается пять организованных и два неорганизованных источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из которых в атмосферу выбрасывается 17 загрязняющих веществ, которые образуют 6 групп суммаций. Характеристика наиболее распространенных из них приведена в таблице 3.

Таблица 3– Перечень приоритетных загрязняющих веществ

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества, т/год	Удельный вклад, %	
				по валовому выбросу	по степени токсичности
1 класс					
Бенз(а)пирен	0,000001	1	1,2*10 ⁻⁶	0,05	0,05

2 класс					
Фтористый водород	0,02	2	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,09	29,8
Марганец и его соединения	0,01	2	0,001	0,005	
Азота диоксид	0,085	2	5,166	26,7	
Фенол	0,010	2	0,579	3,0	
Всего	-	-	5,746	29,8	
3 класс					
Железа оксид	0,04	3	0,046	0,22	10,5
Азота оксид	0,4	3	0,843	4,4	
Альдегид пропионовый	0,010	3	0,478	2,5	
Сажа	0,15	3	0,602	3,1	
Серы диоксид	0,5	3	0,055	0,28	
Всего	-	-	2,024	10,5	
4 класс					
Углеводороды	1,0	4	0,073	0,38	59,6
Аммиак	0,2	4	3,018	15,7	
Углерод оксид	5,0	4	8,421	43,5	
Всего	-	-	11,512	59,6	
ОБУВ					
Пыль абразивная	0,04	ОБУВ	0,004	0,02	0,05
Пыль металлическая	0,04	ОБУВ	0,006	0,03	
Всего	-	-	0,01	0,05	-
Итого	-	-	19,292	100,0	100,0

Исходя из полученных данных таблицы 3, постройте диаграмму распределения выбросов загрязняющих веществ от мясоперерабатывающего комбината по классам опасности; по удельному содержанию; по 4 классу. Сделайте вывод.

Экологическая оценка сбросов

Сточные воды предприятий пищевой промышленности характеризуются значительными колебаниями расходов и загрязненности в течение суток, вызванных залповыми сбросами отходов производства, моющих веществ и др. Резкое изменение объема сброса, pH, концентраций органических загрязнений вызывает перегрузку очистных сооружений, нарушает нормальный режим работы, значительно ухудшает эффективность очистки.

Сбрасывая практически весь объем сточных вод в поверхностные водные объекты загрязненными, которые к тому же являются высококонцентрированными по загрязняющим веществам, предприятия пищевой промышленности загрязняют водоемы органическими веществами, сульфатами, фосфатами, нитратами, щелочами и кислотами. Помимо этого, в сточные воды поступают остатки корма и подстилки для животных, поваренная соль, моющие и дезинфицирующие вещества, нитриты, фосфаты, возможно присутствие болезнетворных микроорганизмов.

«Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» регламентируют преимущественное использование оборотных систем водоснабжения, в которых сточные воды после очистки вновь используют в технологических процессах.

Оборотные системы не сокращают валовой потребности предприятия в воде, но их применение позволяет существенно снизить, забор свежей воды и сократить сброс отработанных вод в водоём. В процессе многократного использования воды

ухудшается её качество, поэтому такая система водоснабжения предусматривает локальную очистку.

Источником водоснабжения комбината городская водопроводная сеть участка «Горводоканал». Учет водопотребления ведется в соответствии с показаниями водоизмерительной аппаратуры - водомерных счетчиков. Сточные воды от охлаждения компрессоров заключены в систему оборотного водоснабжения.

Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды сбрасываются в городскую канализационную сеть, пройдя предварительную очистку на внутриплощадочных очистных сооружениях механической очистки (система отстойников - жиroleвок с прищеховыми колодцами).

Применяют в основном оборотные системы водоснабжения отдельных цехов или участков, сточные воды которых имеют стабильный состав примесей, или двухступенчатую очистку, при которой сточные воды предварительно очищают в локальных очистных сооружениях от примесей, наиболее характерных для данных участков и цехов, а затем осуществляют доочистку на общезаводских очистных сооружениях.

Предприятие ООО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» осуществляет сброс сточных вод в количестве 33,386 т/год, их состав представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав сточных предприятия ООО «БМК»

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/л	Выброс, т/год	% от общей массы выбросов
2 класс				
Азот аммонийный	2	18,0	1,452	2,99
4 класс				
Взвешенные вещества	4	300,0	43,52	89,45
Нефтепродукты	4	0,8	0,2	0,24
Фосфор	4	5,0	0,436	0,89
Аммиак	4	2,0	0,22	0,47
Всего по 4 классу опасности			44,296	91,05
ОБУВ				
БПК ₅ полное	ОБУВ	350,0	1,092	2,24
Жирные масла	ОБУВ	20,0	1,812	3,72
Всего по ОБУВ	-	-	2,904	5,96
Итого	-	-	48,652	100

Исходя из данных таблицы 4, постройте диаграмму распределения сбросов загрязняющих веществ от мясоперерабатывающего комбината по классам опасности; по удельному содержанию; по 4 классу. Сделайте вывод. Объясните, почему в сбросах имеются нефтепродукты, хлориды?

Сточные воды по договору с горводоканалом сбрасываются в городской коллектор. Вещества, которые не упомянуты в таблице, их выброс столь незначителен.

На предприятии хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, сбрасываемые в городскую канализационную сеть должны пройти предварительную

очистку (песко-жироуловитель). Поэтому предприятию следует вводить новые очистные сооружения, для снижения платы за выброс загрязняющих веществ.

Экологическая оценка отходов

Основное производство сопровождается образованием значительного количества твердых отходов. Эти отходы относятся к четвертой категории опасности. При условии соответствующего складирования и последующей рекультивации они не должны наносить серьезного ущерба окружающей среде. По своему составу отходы подразделяются на три категории опасности:

1 – практически инертные; это смеси, содержащие в качестве связующего глину, бентонит, цемент. Количество микроэлементов в них находится на уровне содержания в почвах. Эта категория отходов безвредна для окружающей среды и может быть использована для проведения планировочных работ, устройства насыпей.

2 – отходы, содержащие биохимически окисляемые вещества. Присутствующие в отходах органические вещества имеют пониженную растворимость в воде и способны разлагаться под действием внешних факторов (кислорода, озона, солнечного света), а также микроорганизмов, содержащихся в почве. Основным требованием при захоронении отходов второй категории опасности является отсутствие контакта с грунтовыми и поверхностными водами, имеющими выход в открытые водоемы. Атмосферные осадки не играют роли переносчика вредных органических веществ из отходов в почву ввиду низкой растворимости и быстрого биологического разложения.

3 – отходы, содержащие слаботоксичные, малорастворимые в воде вещества; это жидкостекольные смеси, песчано-смоляные смеси, смеси, отверждаемые соединениями цветных и тяжелых металлов. Это отходы, содержащие соединения меди, хрома. Цинк и свинец, которые переносятся даже атмосферными осадками в почву и накапливаются в растениях, отрицательно влияют на экологию окружающей среды.

На предприятии ООО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» образуются твердые отходы всех трех категорий опасности. Количественные характеристики отходов на предприятии ООО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Твердые отходы предприятия

Наименование	Категория опасности	Масса отходов, т; м ³ /т	Движение отходов
1 класс			
Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	0,029	ООО «Экос»
2 класс			
Кислота аккумуляторная серная отработанная	2	0,174	ОАО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат»
3 класс			
Масла автомобильные отработанные	3	0,980	ООО «Экос»
Масла компрессорные отработанные	3	0,600	ООО «Экос»
Обтирочный материал, загрязненный маслами (15% и более)	3	0,152	ООО «Экос»

Продолжение таблицы 5

Отработанные масляные фильтры	3	0,027	ООО «Экос»
Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные, со слитым электролитом	3	0,646	ЗАО «Брянсквтормет»
Песок загрязненный маслами (15% и более)	3	0,260	ООО «Экос»
Всего	-	2,839	-
4 класс			
Осадок от нейтрализации элнк-тролита	4	0,252	МУП «Спецавтохозяйство»
Покрышки отработанные	4	2,298	г.Чехов, Московская обл.
Отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс	4	0,025	МУП «Спецавтохозяйство»
Отходы жиरोотделителей, содержащие животные жировые продукты	4	29,503	МУП «Спецавтохозяйство» МУЖКХ г. Севск
Мусор от бытовых помещений организации несортированный	4	350/80,5	МУП «Спецавтохозяйство» МУЖКХ г. Севск
Всего	-	112,578	-
5 класс			
Отходы костей животных.	5	317,5/476,100	ОАО «Брянский мясокомбинат», ОАО «Снежка»
Содержимое желудка и кишок (каныга)	5	264,0/264,0	ОАО «Брянский мясокомбинат», Севский филиал
Очистки овощного сырья	5	0,675/0,640	МУП «Спецавтохозяйство»
Скорлупа от куриных яиц	5	1,258/1,510	ОАО «Снежка»
Отходы мяса животных	5	23,515/28,218	ОАО «Брянский мясокомбинат», ОАО «Снежка»
Отходы полиэтилена в виде пленки	5	11,222/5,050	МУП «Спецавтохозяйство» МУЖКХ г. Севск
Обрезки тканей хлопчатобумажных	5	0,125/0,100	ОАО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат»
Отходы упаковочного гофрокартона незагрязненные	5	0,4/0,160	МУП «Спецавтохозяйство»
Стекланный бой незагрязненный	5	21,32/53,300	МУП «Спецавтохозяйство»
Отходы затвердевших полиамидов	5	0,330/0,150	МУЖКХ г. Севск
Остатки и огарки стальных сварочных электродов	5	0,020/0,160	ЗАО «Брянсквтормет»
Лом алюминия, медных сплавов, черных металлов	5	3,142/20,812	ЗАО «Брянсквтормет»
Всего	-	850,15	-
Итого	-	965,77	-

Экологическое совершенствование производства предполагает экономию потребляемых ресурсов окружающей среды и сокращение массы отходов, размещаемых в ней. И то и другое достигается путем внедрения малоотходных технологий, создания систем безотходного производства, вывода из эксплуатации устаревших основных фондов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Расчет санитарно – защитной зоны для промпредприятия

Санитарно-защитная зона устанавливается в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха до установленных пределов после проведения на предприятиях всех мер по очистке промышленных выбросов. Зона должна быть соответствующим образом планировочно организована, озеленена и благоустроена.

Размер санитарно-защитной зоны назначается в соответствии с классом предприятия. Класс предприятия зависит от степени токсичности выбрасываемых загрязняющих веществ, в зависимости от этого все предприятия разделяются на 5 классов. По санитарной классификации (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03) предприятие относится к 3 классу с санитарно-защитной зоной 300 м. Санитарно-защитная зона соблюдена для двух промплощадок. Жилая застройка находится на расстоянии не менее 300 м от границ площадок предприятия, как в Брянске, так и в Севске.

Исходными данными для расчета являются:

- производственно – технологические параметры источников выброса вредных веществ;
- схема генерального плана предприятия (промышленного узла) с указанием координат источников производственных выбросов в атмосферу;
- показатели по существующему и прогнозируемому фоновому загрязнению атмосферного воздуха в районе проектируемого предприятия по данным СЭС и Гидрометеослужбы;
- расчетная температура воздуха, °С, наиболее холодного и теплого периодов времени года, данные о средней годовой скорости ветра, м/с, и повторяемость ветра, %, по материалам многолетних наблюдений близлежащей метеостанции.

Методическое руководство предусматривает расчет по определению расстояния, на котором достигается уровень допустимой приземной концентрации вредных веществ от следующих видов источников выброса:

- величина максимальной приземной концентрации C , мг/м³, рассматриваемого вредного вещества;
- величина опасной скорости ветра U м/с, при которой имеет место наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе;
- величина максимальной приземной концентрации $C_{ми}$, мг/м³, с учетом показателей местной средней скорости ветра в расчетных направлениях;
- расстояние X_m , м, от источника выброса, на котором достигается максимальная величина приземной концентрации C_m , мг/м³;
- расстояние $X_{ми}$, м, от источника, на котором достигается максимальная приземная концентрация $C_{ми}$, мг/м³, с учетом показателей местной средней скорости ветра и в расчетных направлениях;
- расстояние X , м, от источника в расчетном направлении, на котором достигается уровень приземной концентрации рассматриваемого вредного вещества, не превышающей ПДК;
- величина разрыва l , м, в расчетном направлении от источника, размер которого соответствует расстоянию X , м, скорректированному с учетом местных показателей повторяемости, %, ветра.

Перед началом проведения расчета по определению размеров санитарно-защитных зон с учетом исходных данных для расчета следует проверить для каждого источника (по методике, изложенной ниже) величину ПДВ вредного вещества. Если

расчетный показатель ПДВ, г/с, выше количества выбрасываемого вредного вещества М, г/с, принимаемого для расчета, и если нет вблизи других источников с аналогичным видом выброса (фоновое загрязнение), дальнейший расчет от данного источника может не производиться.

На сегодняшний день количество пыли, содержащей азот диоксида, на предприятие 000 «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» не превышает ПДВ, но больше всего по массе. Рассчитаем это вещество для снижения платы за этот выброс. Наибольший объем данной пыли выбрасывается в атмосферу источником №0010, поэтому целесообразно вести расчеты по показателям этого источника.

Исходные данные по параметрам источника выбросов в атмосферу, необходимые для определения размеров санитарно-защитной зоны представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Параметры источника выбросов №0010

Номер источника выброса по схеме планировки	Наименование предприятия, характеристика источника выброса (труба, шахта и т. д.)	Наименование вредного вещества	Количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу М, г/с	Высота источника выброса над уровнем земли Н, м	Количество одинаковых источников N, шт.	Диаметр устья трубы D, м	Объем выбрасываемой газовой смеси V1, м3/с	Температура выбрасываемой газовой смеси Т, оС
0010	Производство тепла. Котельная	Пыль, содержащая диоксид азота	0,175	30	1	1,35	3,965	170

Расчет рассеивания в атмосфере вредных веществ от одиночного точечного источника с круглым устьем выброса нагретой газовой смеси (ГВС):

1. Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ C_m , мг/м³, определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания примесей в атмосфере с^{2/3} · мг · град^{1/3}/г;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

М - количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, с учетом реальных коэффициентов очистки газовых установок, г/с;

m, n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

η - коэффициент рельефа местности, 1,0;

V_1 - объем газовой смеси, выбрасываемой в атмосферу и определяемый по диаметру устья трубы и средней скорости в устье источника выброса, м/с;

H - высота источника выброса над поверхностью земли, м;

ΔT - разность между температурой смеси, выбрасываемой из дымовой трубы, и температурой окружающего атмосферного воздуха наиболее жаркого месяца года, принимается равной средней температуре наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца.

Значение A принимаем для всех вариантов равным 160. Значение безразмерного коэффициента F принимаем равным:

– для газообразных загрязняющих веществ и мелкодисперсных аэрозолей при самых неблагоприятных условиях, скорость которых составляет 0,03 - 0,05 м/с - 1;

– для газов и мелкодисперсных аэрозолей при степени очистки не менее 90% - 2;

– для газов и мелкодисперсных аэрозолей при степени очистки 75-90 % - 2,5;

– для газов и крупнодисперсных аэрозолей при степени очистки менее 75%, а также при отсутствии таковой - 3.

Объем газовой смеси определяется:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0, \quad (2)$$

где ω_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья трубы, м/с.

$$V_1 = \quad \text{м/с}$$

Значение коэффициентов « m » и « n » определяется в зависимости от параметров f и v_M .

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (3)$$

$$\text{где} \quad f = 10^3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H^2 \Delta T}, \quad (4)$$

$$f = \dots\dots\dots, m = \dots\dots\dots$$

Величина безразмерного коэффициента по определяется в зависимости от параметра v_M , м/с,

$$v_M = 0,65\sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}, \quad (5)$$

$$v_M = \dots \text{ м/с.}$$

$$\text{При значении } v_M < 0,5 \text{ м/с} \quad n = 3, \quad (6)$$

$$\text{при значении } 0,5 < v_M < 2,0 \quad n = 0,532 \cdot v_M^2 - 2,13 \cdot v_M + 3,13, \quad (7)$$

$$\text{при значении } v_M > 2,0 \text{ м/с} \quad n = 1. \quad (8)$$

n =

После необходимых расчетов рассчитываем величину максимальной приземной концентрации пыли, содержащей диоксид кремния, по формуле (1):

$$C_m = \dots\dots\dots \text{мг/м}^3$$

2. Величина опасной скорости ветра, u_m , м/с, при котором имеет место наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, определяется в зависимости от параметра v_m :

$$\text{при } v_m \leq 0,5 \quad u_m = 0,5, \quad (9)$$

$$\text{при } 0,5 < v_m \leq 2 \quad u_m = v_m, \quad (10)$$

$$\text{при } v_m > 2 \quad u_m = v_m \left(1 + 0,12\sqrt{f}\right). \quad (11)$$

Т. к. $0,5 < 1,002 \leq 2$, принимаем $u_m = 1 \dots\dots\dots$

3. Величина максимальной приземной концентрации c_{mu} , мг/м^3 , с учетом показателей местной средней скорости ветра u , м/с, отличающейся от опасной скорости ветра u_m , м/с, определяется по формуле:

$$c_{mu} = r c_m, \quad (12)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от соотношения $\frac{u}{u_m}$;

$$\text{при } \frac{u}{u_m} \leq 1 \quad r = 0,67 \left(\frac{u}{u_m}\right) + 1,67 \left(\frac{u}{u_m}\right)^2 - 1,34 \left(\frac{u}{u_m}\right)^3, \quad (13)$$

$$\text{при } \frac{u}{u_m} > 1 \quad r = \frac{3 \left(\frac{u}{u_m}\right)}{2 \left(\frac{u}{u_m}\right)^2 - \left(\frac{u}{u_m}\right) + 2}. \quad (14)$$

Местная средняя скорость ветра $u = 10$ м/с, $u_m = 1,002$ м/с

$$\frac{u}{u_m} > 1,$$

$$r = \dots\dots\dots \quad c_{mu} = \dots\dots\dots \text{мг/м}^3$$

4. Расстояние x_m , м, от источника, на котором достигается максимальная приземная концентрация, определяется по формуле:

$$x_m = dH. \quad (15)$$

В случаях, когда коэффициент $F \geq 2$, x_m определяется по формуле:

$$x_m = \frac{5-F}{4} dH, \quad (16)$$

где d безразмерная величина, определяемая в зависимости от параметра v_m .

$$\text{при } v_M \leq 2 \quad d = 4,95v_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad (17)$$

$$\text{при } v_M > 2 \quad d = 7\sqrt{v_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}). \quad (18)$$

Так как $v_M \leq 2$, рассчитываем d по формуле (17):

$$d = \dots, \quad x_M = \dots \text{ м.}$$

5. Расстояние $X_{ми}$, м от источника, на котором достигается максимальная приземная концентрация $c_{ми}$, мг/м³, с учетом местной средней скорости ветра u , м/с, в расчетных направлениях по странам света, отличающейся от опасной скорости ветра u_m , м/с, определяется по формуле:

$$X_{ми} = p x_M, \quad (19)$$

где p - безразмерная величина, определяемая в зависимости от соотношения $\frac{u}{u_m}$;

$$\text{при } \frac{u}{u_m} \leq 0,25 \quad p = 3; \quad (20)$$

$$\text{при } 0,25 < \frac{u}{u_m} \leq 1 \quad p = 8,43 \left(1 - \frac{u}{u_m}\right)^5 + 1; \quad (21)$$

$$\text{при } \frac{u}{u_m} > 1 \quad p = 0,32 \left(\frac{u}{u_m}\right) + 0,68. \quad (22)$$

Так как $\frac{u}{u_m} > 1$, безразмерная величина p определяется по формуле (22).

$$p = \dots, \quad X_{ми} = \dots \text{ м.}$$

6. Расстояние x , м, от источника выброса, на котором достигается приземная концентрация вредного вещества, не превышающая уровень ПДК, определяется по формуле определения величины приземной концентрации вредных веществ c , мг/м³ по оси факела на различных расстояниях:

$$c = s_1 c_M, \quad (23)$$

где s_1 - безразмерная величина, определяемая в зависимости от соотношения $\frac{x}{x_M}$ и графиков.

Подставляя под значение c , мг/м³, величину ПДК рассматриваемого вредного вещества, а под значение c_M - величину максимальной приземной концентрации этого вещества с учетом показателей местной средней скорости ветра $c_{ми}$, мг/м³, получаем преобразованную формулу:

$$\text{ПДК} = s_1 c_{ми},$$

$$\text{откуда } s_1 = \frac{\text{ПДК}}{c_{ми}}. \quad (24)$$

ПДК пыли составляет - 0,085 мг/м³.

$$s_1 = \dots\dots$$

На графиках, откладывая по линии s_1 величину, равную соотношению $\frac{\text{ПДК}}{c_{mi}}$ по линии $\frac{x}{x_m}$, находим соответствующую ей величину a .

Из равенства, $\frac{x}{x_m} = a$ определяем:

$$x = (a)x_m, \quad (25)$$

$$a = 1,$$

$$x = \dots\dots\dots \text{ м.}$$

Таким образом, расстояние от источника выброса №0012 на котором достигается приземная концентрация пыли, содержащей диоксид азота, не превышающая уровень ПДК, составляет $\dots\dots\dots$ м.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Требования к почвам населенных мест определяются в зависимости от приоритетности компонентов загрязнения в соответствии со списком ПДК (ОДК) химических веществ в почве и их класса опасности, согласно государственного стандарта (табл. 1).

Таблица 1

Классы опасности химических загрязняющих веществ

Классы опасности	Химическое загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Оценка степени химического загрязнения почвы

Категории загрязнения	Санитарное число Хлебникова	Суммарный показатель загрязнения (Zс)	Содержание в почве (мг/кг)					
			I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
			органич. соединения	неорганич. соединения	органич. соединения	неорганич. соединения	органич. соединения	неорганич. соединения
Чистая *	0,98 и >		от фона до ПДК					
Допустимая	0,98 и >	<16	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК
Умеренно опасная	0,85-0,98	16-32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК ДО Кпнц
Опасная	0,7-0,85	32-128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК ДО Кпи		от 2 до 5 ПДК	> 5ПДК	> K _{max}
Чрезвычайно опасная	<0,7	>128	>5ПДК	Жта*	>5ПДК	> K _{max}		

K_{max} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности

* – категория загрязнения относится к объектам повышенного риска.

Zс – расчет проводится в соответствии с методическими указаниями по гигиенической оценке качества почвы населенных мест.

Визуальные и органолептические признаки:

Для атмосферного воздуха:

- появление устойчивого, не свойственного данной местности (сезону) запаха;
- обнаружение влияния воздуха на органы чувств человека-режь в глазах, слезотечение, привкус во рту, затрудненное дыхание и др.
- выпадение подкрашенных дождей и других атмосферных осадков, появление осадков специфического запаха или несвойственного привкуса.

Для поверхностных вод суши:

- максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 и более раз, для веществ 3-4 класса опасности – в 50 и более раз;
- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов и не свойственного воде ранее;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 и более км² при его обозримой площади более 6 км²;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК-5) свыше 40 мг О₂/л;

- массовая гибель моллюсков, раков, рыб, других водных организмов и водной растительности.
 - снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- Для радиоактивного загрязнения природной среды:*
- мощность экспозиционной дозы гамма излучения на местности, измеренная на высоте 1 м от поверхности земли, составила 60 мкР/ч и более;
 - концентрация суммарной бета – активности в атмосферном воздухе, по данным первых измерений (через одни сутки после окончания отбора проб), превысила 3700×10^{-3} Бк/м³;
 - суммарная бета – активность выпадений по результатам первых измерений (через одни сутки после отбора проб) превысила 110 Бк/м² в сутки.

Основные показатели по соединениям в атмосфере

азота диоксид

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,085 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,04 мг/м³

азота оксид

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,4 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,06 мг/м³

аммиак

Класс опасности – 4 ПДК_{мр} = 0,2 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,04 мг/м³

ацетон

Класс опасности – 4 ПДК_{мр} = 0,35 мг/м³ ПДК_{сс} нет

3, 4-бензапирен

Класс опасности – 1 ПДК_{мр} нет ПДК_{сс} = 0,1 мкг/100 м³

бензол

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,3 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,1 мг/м³

БПК-5 – биохимическое потребление кислорода

ПДК = 2,0 мгО₂/л

Взвешенные вещества

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,5 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,15 мг/м³

водород фтористый

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,02 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,005 мг/м³

водород хлористый (соляная кислота)

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,2 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,1 мг/м³

Водород цианистый (синильная кислота)

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} нет ПДК_{сс} = 0,01 мг/м³

гексахлорциклогексан

Класс опасности – 1 ПДК_{мр} = 0,03 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,03 мг/м³

диоксид серы

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,2 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,1 мг/м³

ксилол

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,2 мг/м³ ПДК_{сс} нет

озон

Класс опасности – 1 ПДК_{мр} = 0,16 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,03 мг/м³

оксид азота

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,4 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,06 мг/м³

сажа

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,15 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,05 мг/м³

сероводород

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,008 мг/м³ ПДК_{сс} = - мг/м³

сероуглерод

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,03 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,005 мг/м³

серы диоксид

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,5 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,05 мг/м³

толуол

Класс опасности – 3 ПДК_{мр} = 0,6 мг/м³ ПДК_{сс} *нет*

углеводороды предельные C₁₂ - C₁₉

Класс опасности – 4 ПДК_{мр} = 1 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,05 мг/м³

углерода оксид

Класс опасности – 4 ПДК_{мр} = 5мг/м³ ПДК_{сс} *нет*

фенол

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,01 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,003 мг/м³

формальдегид

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,035 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,003 мг/м³

фтористые соединения (в пересчете на фтор)

- газообразные соединения (фтористые водород, четырехфтористый кремний)

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,02 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,005 мг/м³

- хорошо растворимые неорганические фториды

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,03 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,01 мг/м³

- плохо растворимые неорганические фториды

Класс опасности – 2 ПДК_{мр} = 0,2 мг/м³ ПДК_{сс} = 0,03 мг/м³

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Часть 1 Техногенные системы и экологические риски	
	6
Раздел 1 Методы оценки экологической опасности производственных объектов	
Раздел 2 Оценка экологической опасности нарушения производственными объектами и техническими системами состояния компонентов окружающей среды	44
Раздел 3 Методы оценки опасности отходов	80
Раздел 4 Оценка экологической опасности виброакустических воздействий на состояние окружающей среды	82
Раздел 5 Оценка экологической опасности неионизирующих и ионизирующих воздействий на состояние окружающей среды	91
Часть 2 Оценка воздействия хозяйственной деятельности на среды обитания и здоровье человека	107
Тематика рефератов	217
Коллоквиум по экологической оценке	219
Словарь основных терминов	225
Приложения	230
Избранные государственные (отраслевые) стандарты и нормативные документы	241
Литература	246

Учебное издание

Шаповалов Виктор Федорович
Анищенко Лидия Николаевна
Белоус Николай Максимович
Поцепай Светлана Николаевна

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-методическое пособие
для аудиторных занятий и самостоятельной работы
по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение
Профиль Агроэкология

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 30.06.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 16,15. Тираж 25 экз. Изд. № 7322.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ