

Министерство образования и науки Украины  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**Т.О. Кузнецова, Е.П. Варавина**

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Курс лекций*

*и*

*методические указания к выполнению практических заданий  
и модульных контрольных работ*

Харьков  
НТУ «ХПИ»  
2015

УДК 665.71:504  
ББК 35.513+28.081  
Э 40

*Рекомендация к изданию ученым советом факультета  
«Технологии органических веществ» НТУ «ХПИ» (протокол № 7 от 20.03.2015 г.)*

**Р е ц е н з е н т ы :**

*Соловьев В.О.*, канд. г.-м. наук, доцент НТУ «ХПИ»  
*Шапорев В.П.*, докт. техн. наук, проф., зав. кафедрой НТУ «ХПИ»

Э 40 Кузнецова Т.О. Экологическая безопасность в нефтегазовой отрасли: учебное пособие / Т.О. Кузнецова, Е.П. Варавина. – Х. : НТУ «ХПИ», 2013. – 77 с.

В пособии рассмотрены вопросы экологической безопасности применительно к нефтегазопромысловому делу. Они включают оценку воздействия на окружающую среду в процессе поисков, разведки и добычи нефти и газа, их переработки и транспортировки. Особое внимание уделено разного рода нарушениям при бурении и их последствиям, охране подземных вод и недр. Рассмотрено законодательное обеспечение охраны природы, международное сотрудничество.

Пособие предназначено для студентов специальности 8.05030401 «Добыча нефти и газа»; может также быть полезным студентам, специализирующимся по геологии нефти и газа, некоторым общим вопросам экологии.

В посібнику розглянуті питання екологічної безпеки стосовно нафтогазової справи. Вони включають оцінку впливу на оточуюче середовище в процесі пошуку, розвідки й видобування нафти й газу, їх переробки й транспортування. Особлива увага приділена різного роду порушенням при бурінні та їх наслідкам, охороні підземних вод й надр. Розглянуто законодавче забезпечення охорони природи, міжнародне співробітництво.

Посібник призначений для студентів спеціальності 8.05030401 «Видобування нафти і газу»; може також бути корисний студентам, що спеціалізуються з геології нафти і газу, деяким загальним питанням екології.

УДК 665.71:504  
ББК 35.513+28.081

© Т.О. Кузнецова, Е.П. Варавина, 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Теоретическая часть:

**Лекция № 1**

«Экология как наука. Её структура. Понятие об окружающей и геологической среде. Оценка воздействия на окружающую среду»

**Лекция № 2**

«Экологическая характеристика нефтегазодобывающего производства. Особенности влияния вредных веществ нефтяного производства на ОС и организм человека»

**Лекция № 3**

«Негативное воздействие на окружающую среду поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефтяных месторождениях. Экологическое воздействие бурения как основного вида работ в нефтегазовом деле на окружающую среду»

**Лекция № 4**

«Загрязнение окружающей среды при нефтегазовом строительстве»

**Лекция № 5**

«Загрязнение окружающей среды при добыче, сборе, подготовке, переработке и транспортировке углеводородов»

**Лекция № 6**

«Загрязнение окружающей среды при интенсификации добычи нефти. Охрана природных вод. Нарушение состава и режима подземных вод. Технология очистки сточных вод»

**Лекция № 7**

«Экологическое моделирование, картирование и районирование»

**Лекция № 8**

«Охрана недр и геологической среды. Охрана земельных ресурсов. Рекультивация земель»

**Лекция № 9**

«Экологический мониторинг объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры»

**Лекция № 10**

«Переработка отходов производства нефтегазового комплекса и обезвреживание их в системе экологической безопасности»

**Лекция № 11**

«Аварийные ситуации на нефтепромысловых объектах как причина комплексного воздействия на окружающую среду»

**Лекция № 12**

«Экономическая эффективность природоохранных мероприятий, проектируемых при разработке нефтяного месторождения. Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтегазовой промышленности»

**Лекция № 13**

«Экологические угрозы проектов по добыче сланцевого газа»

**Лекция № 14**

«Экологическая экспертиза»

Практическая часть

Методические указания к практическим занятиям и модульным контрольным работам

Темы докладов

Вопросы к модульным контрольным работам

## ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в связи с неуклонным развитием мирового нефтегазового производства, введением новых технологий освоения и добычи углеводородов, использованием природных ресурсов и недр для нужд промышленности и негативным воздействием деятельности человека на окружающую среду остро встал вопрос защиты окружающей среды от антропогенного воздействия. Успешное решение задач в области охраны природы возможно лишь при высоком уровне экологических знаний и культуры, особенно среди инженерных кадров. Поэтому существующие и вновь возникающие экологические кризисы, связанные с производственной деятельностью, обязывают по-новому осмыслить и оценить сложившееся представление об эффективности производства, требуют экспертизы его экологической безопасности и, что самое главное, формирования нового экологического мышления у каждого человека. Задача человечества - предпринять активные усилия для спасения биосферы, атмосферы, земных недр и в конечном счёте – его самого от разрушающего влияния нефтегазодобывающего комплекса.

Важнейшим компонентом экологической политики любого государства является подготовка специалистов, способных к решению экологических задач различного масштаба и в различных отраслях.

Экологическое образование в высшей школе осуществляется на основе комплексных программ природоохранной подготовки. При этом практически в каждой учебной дисциплине имеются разделы, посвящённые конкретным задачам в области охраны природы. В этих условиях важное место занимает курс, который связывает воедино все полученные студентом знания в области добычи нефти и газа и охраны природы, что достигается за счёт более углублённого изучения теоретических и научно-методических основ инженерной экологии. Таким связующим звеном является дисциплина «Экологическая безопасность», а для специальности «Добыча нефти и газа» - «Экологическая безопасность нефтегазового производства»

Данное учебное пособие предназначено и разработано для подготовки специалистов (студентов 5-ого курса) по добыче нефти и газа.

Для более детального и, в то же время, упрощённого изучения дисциплины «Экологическая безопасность нефтегазового производства» в этом пособии предусмотрены теоретическая и практическая части. В теоретической части изложены все темы лекций соответственно рабочей учебной программе, утверждённой советом факультета «Технологии органических веществ» НТУ «ХПИ». При подготовке студента к сдаче дифференцированного зачёта это пособие является незаменимым, т.к. в нём присутствует и практическая часть, включающая в себя темы докладов и вопросы для подготовки к модульным контрольным работам.

Курс лекций по экологической безопасности для студентов специальности «Добыча нефти и газа» предусматривает рассмотрение таких важных вопросов, как:

- основные источники загрязнения окружающей среды при нефтегазовом производстве, т.е. при поисково-разведочных работах, при бурении, при

нефтегазовом строительстве, при добыче, сборе, подготовке, переработке и транспортировке углеводородов;

- повышение экологической безопасности и уменьшение негативного влияния нефтегазового производства;

- экологический мониторинг объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры;

- рекультивация земель;

- комплексное воздействие на окружающую среду аварийных ситуаций на нефтепромысловых объектах;

- экономическая эффективность природоохранных мероприятий при разработке нефтегазового месторождения;

- законодательное обеспечение охраны природы и недр.

Основная идея курса состоит в том, что охрана природы при разведке, добыче и переработке полезных ископаемых; разведке, бурении и разработке нефтегазовых месторождений должна осуществляться на единой научной основе с использованием комплексного системного подхода. Поэтому наряду с фактически данными о воздействии нефтегазового производства на природную среду, состоянии природных компонентов и комплексов, способах и средствах природоохранной деятельности на предприятиях курс лекций содержит целый ряд методологических и методических материалов, которые нацелены на более глубокую теоретическую подготовку специалистов в области добычи нефти и газа. Углубление теоретических знаний в области охраны и рационального использования природных ресурсов и конкретизация практических позволит обеспечить эффективную подготовку специалистов для нефтегазовой промышленности. Только при полном и строжайшем соблюдении мер по охране недр и окружающей среды данная деятельность является целесообразной.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Лекция № 1

### Экология как наука. Её структура. Понятие об окружающей и геологической среде. Оценка воздействия на окружающую среду.

Слово «экология» образовано от греческого «oikos», что означает дом (жилище, место обитания, убежище) и «logos» - наука. В буквальном смысле **экология** – наука об организмах «у себя дома». Наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности» или характеру связей между организмами и окружающей средой. В настоящее время большинство исследователей считает, что **экология** – это наука, изучающая отношения живых организмов между собой и окружающей средой, или наука, изучающая условия существования живых организмов, взаимосвязи со средой, в которой они обитают.

#### Структура экологии.

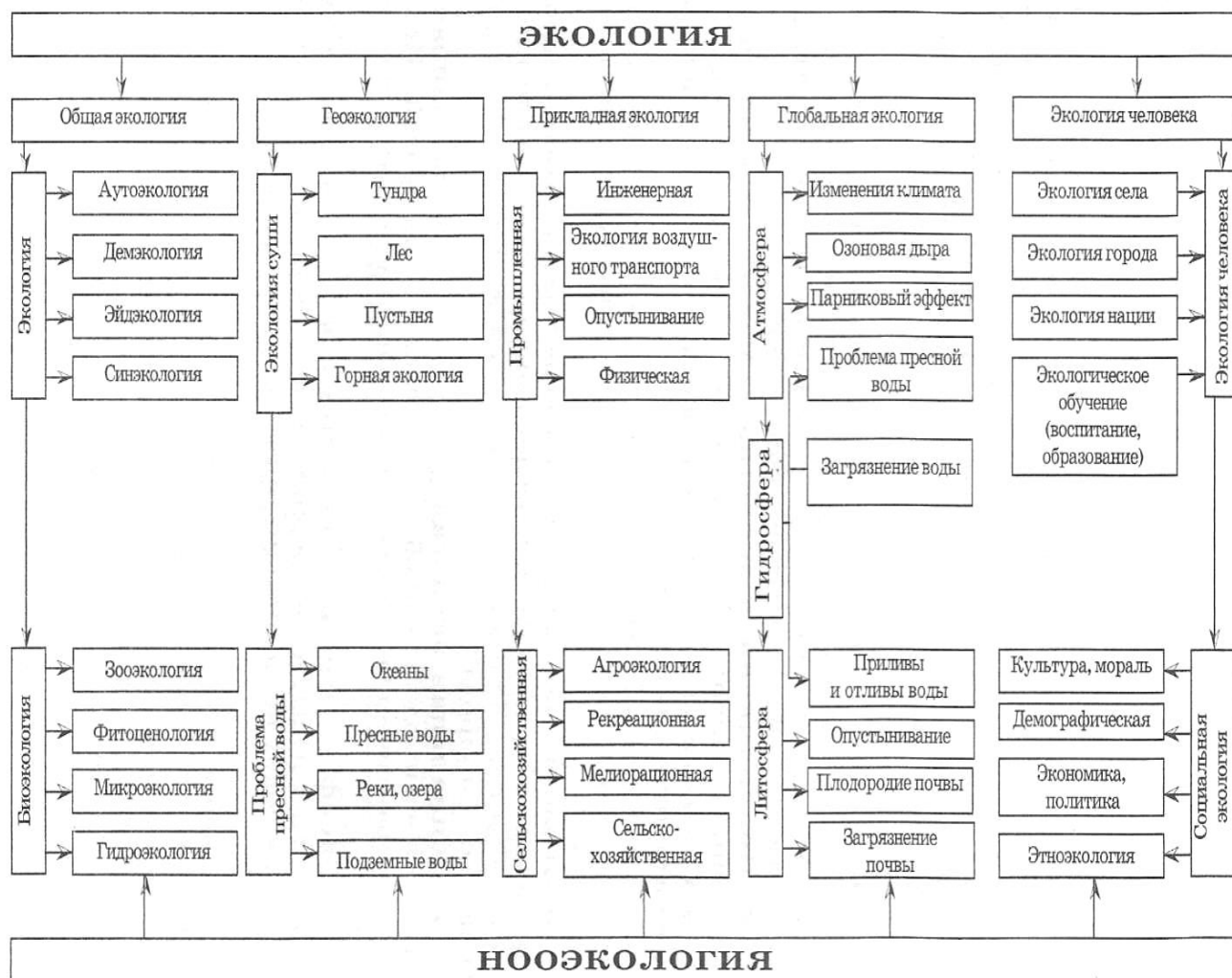


Рисунок 1.1- Общая структура экологии

**Инженерная экология** – комплексная научная дисциплина, изучающая взаимодействие промышленного производства с окружающей природной средой и обеспечивающая создание и рациональное функционирование природно-промышленных систем.

**Основная задача** – разработка и практическое осуществление технически возможных, экономически целесообразных и экологически необходимых мероприятий, обеспечивающих

рациональное использование и охрану природных ресурсов и недр с учётом интересов настоящих и будущих поколений.

Нефтегазодобывающее производство находится в тесном взаимодействии с окружающей природной средой.

**Окружающая среда (ОС)**- среда обитания и производственной деятельности человека.

Основные компоненты ОС:

- географическое положение,
- рельеф,
- климат местности,
- минеральные, энергетические и водные ресурсы,
- почва, воздух, животный и растительный мир.

**Охрана окружающей среды** – это мероприятия, направленные на обеспечение безопасности населенных пунктов, рациональное использование земель и вод, предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, воздушного бассейна, сохранения лесных массивов, заповедников, охранных зон и т.п.

**Геологическая среда** - верхняя часть литосферы и подземной гидросферы, активно взаимодействующая с компонентами ландшафта и находящаяся под влиянием хозяйственной деятельности человека. Геологическая среда является лишь составной частью окружающей среды.

Основные компоненты ГС:

- недра, горные породы;
- подземные воды, размещенные в недрах и горных породах;
- полезные ископаемые и другие интересующие человека объекты.

**Охрана геологической среды или недр** - это осуществление комплекса мероприятий, направленных на предотвращение потерь нефти в недрах вследствие низкого качества проходки скважин, нарушений технологии разработки нефтяных залежей и эксплуатации скважин, приводящих к преждевременному обводнению или дегазации пластов, перетокам жидкости между продуктивными и соседними горизонтами, разрушению нефтесодержащих пород, обсадной колонны и цемента за ней.

### **Антропогенное воздействие на геологическую среду:**

#### 1. *Сельскохозяйственное использование земель.*

- уничтожение или резкое сокращение естественного растительного покрова, в том числе, ликвидация лесов;
- активизация ветровой и водной эрозии вследствие распашки земель;
- воздействие на режим и состав подземных вод агрохимическими мероприятиями (использование удобрений и пестицидов);
- засоления почв и грунтов вследствие гидротехнической мелиорации (осушение или орошение земель).

#### 2. *Поиски, разведка и разработка полезных ископаемых.*

- нарушение природного равновесия изучаемых площадей, загрязнение подземных вод (горные работы и бурение);
- строительство карьеров при открытых методах разработки сопровождаются нарушением почвенного покрова, созданием отвалов из вскрыши и непродуктивных пород, что становится причиной запыления атмосферы, нарушения режима подземных вод;
- газовые выбросы в процессе эксплуатации угольных шахт, а также образование просядок и провалов в пределах шахтного поля;

– консервация или ликвидация отработанных шахт и штолен, а также карьеров (возвращение в выемки отвалов, ранее снятого почвенного покрова, если это делалось, а также создание водоемов, пахотных земель или лесонасаждений на этих площадях).

### 3. *Разведка и разработка нефтегазовых месторождений.*

- перетоки вод и углеводородов (УВ);
- загрязнение почв, поверхностных и подземных вод выбросами нефти, газа и конденсата, минерализованных вод;
- проседание земной поверхности при длительной эксплуатации месторождений;
- аварийные выбросы нефти и газа;
- строительство и эксплуатация нефте- и газопроводов, морская транспортировка нефти;
- ликвидация вредных отходов производства, требующих специальных мероприятий (переработка, захоронение в глубокие горизонты).

### 4. *Гидротехническое строительство.*

- изменение режима грунтовых вод (в том числе, подтопление прилегающих площадей);
- активизация процессов инфильтрации;
- заболачивание, возможность загрязнения подземных вод;
- увеличение нагрузки на недра.

## **Общие представления о системе ОВОС.**

**Оценка воздействия на окружающую природную среду (ОВОС)** выполняется с целью выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных последствий при реализации проекта разработки нефтяного (газового) месторождения.

Оценка степени влияния на окружающую среду проектируемой разработки нефтяного или газового месторождения выполняется в составе общего проекта разработки (технологической схемы разработки) и проекта обустройства нефтяного (газового) месторождения. Результаты ОВОС выполняются в виде отдельного документа и рассматриваются с привлечением вневедомственной государственной экспертизы и компетентных групп (экспертов).

### Система ОВОС включает:

- подготовку информации о состоянии окружающей среды;
- прогнозирование и оценку возможного воздействия хозяйственной деятельности связанной с разработкой нефтяного или газового месторождения на данной территории;
- цель и необходимость осуществления проекта;
- способы осуществления проекта;
- характеристику современного состояния окружающей среды;
- меры по уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду;
- снижение аварийных ситуаций и мероприятия при ликвидации в случае их возникновения.

Оценка степени влияния на окружающую среду включает в себя такую составную часть как **определение характера и степени воздействия разработки нефтяного месторождения на геологическую среду (ОВГС).**

**ОВГС** - это определение характера и степени воздействия разработки нефтяного месторождения на геологическую среду (ГС).

### Система ОВГС предусматривает:



- оценку ожидаемых эколого-экономических последствий этого воздействия, которая должна свести до минимума деградацию геологической среды;
- восстановление нарушений ГС;
- обеспечение эколого-экономической сбалансированности использования ГС;
- создание благоприятных условий для жизни людей, находящихся в районе месторождения;
- обоснование геоэкологической безопасности разработки месторождения в экстремальных ситуациях.

При ОБГС техногенные воздействия на геологическую среду в районе месторождения следует подразделять на два класса:

1. *Воздействие в естественных условиях* (при консервации месторождения);
2. *Воздействия при разработке месторождения*. В этом случае решение задачи включает выполнение следующих операций:
  - характеристика техногенного воздействия;
  - характеристика водных объектов;
  - характеристика геологических условий;
  - характеристика гидрогеологических условий.

Оценка состояния геологической среды дополняется экологическим мониторингом, который будет рассмотрен отдельно.

## Лекция № 2

### Экологическая характеристика нефтегазодобывающего производства. Особенности влияния вредных веществ нефтяного производства на окружающую среду и организм человека

Состояние окружающей природной среды является одной из наиболее острых социально-экономических проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека.

Создавая необходимые для своего существования продукты, отсутствующие в природе, человечество использует различные незамкнутые технологические процессы по превращению природных веществ. Конечные продукты и отходы этих процессов не являются в большинстве случаев сырьем для другого технологического цикла и теряются, загрязняя окружающую среду. Человечество преобразует живую и неживую природу значительно быстрее, чем происходит их эволюционное восстановление. Потребление нефти и газа несопоставимо, например, со скоростью их образования.

В настоящее время человечество находится в периоде сверх интенсивного использования ресурсов окружающей среды — расход ресурсов, превышает их прирост, что неизбежно ведет к исчерпанию ресурсов.

Современное экологическое состояние территории Украины можно определить как критическое. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды, и оно представляет реальную угрозу самим биологическим основам здоровья и жизнедеятельности населения страны.

Экологическая опасность производства характерна для многих отраслей — химической, пищевой, текстильной, деревообрабатывающей, горнодобывающей, производства строительных материалов, транспорта и т.д.

**Воздействие производства на природную среду (или ОС)** — это процесс обмена веществом, энергией или информацией с природными компонентами, в результате которого в них происходят качественные и количественные изменения (нарушения или загрязнения) компонентов природной среды, превышающие предельно-допустимые нормативы.

По уровню отрицательного воздействия на окружающую природную среду нефтегазодобывающее производство занимает одно из первых мест среди отраслей промышленности и это влияние обусловлено его особенностями. Оно загрязняет практически все сферы окружающей среды — атмосферу, литосферу, биосферу и гидросферу, причём не только поверхностные, но и подземные воды.

#### Пять особенностей нефтегазодобывающего производства, влияющих на состояние ОС:

**1. Повышенная опасность продукции нефтегазодобывающего производства**, т.е. добываемого флюида — нефти, газа, высокоминерализованных и термальных вод и др. Эта продукция пожароопасна, для всех живых организмов опасна по химическому составу, гидрофобности, по возможности газа в высоконапорных струях диффундировать через кожу внутрь организма, по абразивности высоконапорных струй. Газ при смешении с воздухом в определённых пропорциях образует взрывоопасные смеси.

**2. Способность вызывать глубокие преобразования природных объектов земной коры на больших глубинах — до 10 – 12 тыс. м.** В процессе нефтегазодобычи осуществляются широкомасштабные и весьма существенные воздействия на пласты (нефтяные, газовые, водоносные и др.). Так интенсивный отбор нефти в больших масштабах из высокопористых песчаных пластов-коллекторов приводит к значительному снижению пластового давления, т.е. давления пластового флюида — нефти, газа, воды. Нагрузка от веса вышележащих пород первоначально поддерживалась как за счет напряжений в породном скелете пластов, так и за счёт давления пластового флюида на стенки пор. При снижении пластового давления происходит

перераспределение нагрузки — снижается давление на стенки пор и, соответственно, повышаются напряжения в породном скелете пласта. Эти процессы достигают таких широких масштабов, что могут приводить к землетрясениям. Здесь следует отметить, что нефтегазодобыча может воздействовать не только на отдельный глубокозалегающий пласт, но и на несколько различных по глубине пластов одновременно. Иными словами, нарушается равновесие литосферы, т.е. *нарушается геологическая среда*.

Современная технология крепления скважин в процессе бурения несовершенна и не обеспечивает надёжного разобщения пластов за обсадной колонной. По этой причине происходят перетоки флюидов из высоконапорных пластов в низконапорные, т.е. чаще всего снизу вверх. В итоге резко ухудшается качество всей гидросферы.

Именно перечисленные выше процессы часто приводят к загрязнению питьевых вод. Жители во многих населённых пунктах вынуждены пользоваться привозной питьевой водой.

**3. Практически все объекты, применяемые материалы, оборудование, техника нефтегазодобывающего производства являются источником повышенной опасности.** Сюда же относится весь транспорт и спецтехника — автомобильная, тракторная, авиа и т.п. Опасны трубопроводы с жидкостями и газами под высоким давлением, все электролинии, токсичны многие химреагенты и материалы. Могут поступать из скважины и выделяться из раствора такие высокотоксичные газы, как, к примеру, сероводород; являются экологически опасными факелы, в которых сжигается неиспользуемый попутный нефтяной газ.

Во избежание ущерба от этих опасных объектов, продуктов, материалов система сбора и транспорта нефти и газа должна быть *герметизирована*.

Однако аварии на указанных объектах, а также на паро- и глинопроводах приводят к очень тяжёлым экологическим последствиям. Так, порывы нефтепроводов и глинопроводов загрязняют земли, почвы, воды.

**4. Нефтегазодобывающее производство требует отвода больших участков земли (нередко на высокопродуктивных угодьях).** Иными словами, для его объектов необходимо изымать из сельскохозяйственного, лесохозяйственного или иного пользования соответствующие участки земли.

Объекты нефтегазодобычи (скважины, пункты сбора нефти и т.п.) занимают относительно небольшие площадки в сравнении, например, с угольными карьерами, занимающими очень большие территории (как сам карьер, так и отвалы вскрышных пород). Однако число объектов нефтегазодобычи очень велико. Так, фонд скважин в нефтедобыче близок к 150 тысячам. Ввиду очень большой разбросанности объектов нефтегазодобычи очень велика протяжённость коммуникаций — постоянных и временных автодорог, железных дорог, водных путей, ЛЭП, трубопроводов различного назначения (нефте-, газо-, водо-, глино-, продуктопроводов и т.д.). Поэтому общая площадь отводимых под нефтегазодобычу земель - пашен, лесов, сенокосов, пастбищ, ягельников и т.д. достаточно велика.

**5. Загрязнение ОС огромным количеством транспортных средств, особенно автотракторной техники.**

Вся эта техника — автомобильная, тракторная, речные и морские суда, авиатехника, двигатели внутреннего сгорания в приводах буровых установок и т.д. так или иначе загрязняют окружающую среду: атмосферу — выхлопными газами, воды и почвы — нефтепродуктами (дизельным топливом и маслами).

#### Влияние технологических процессов нефтегазодобывающего производства на ОС.

Технологические процессы нефтегазодобывающего производства:

- разведка,
- бурение,
- добыча,
- переработка,
- транспорт.

**При добыче** нефти объем, качественный и количественный состав загрязняющих веществ определяются физико-химическими свойствами извлекаемого флюида, технологией разработки залежей, системой сбора и транспортировки нефти.

**При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений и транспортировке нефти** происходит изъятие земельных площадей, загрязнение природных вод и атмосферы. Все компоненты окружающей среды в районах нефтедобычи испытывают интенсивную техногенную нагрузку, при этом уровень негативного воздействия определяется масштабами и продолжительностью эксплуатации залежей УВ.

**Процессы разведки, бурения, добычи, подготовки, транспортировки и хранения** нефти и газа требуют больших объемов воды для технологических, транспортных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд с одновременным сбросом таких же объемов высокоминерализованных, содержащих химические реагенты, поверхностно-активные вещества и нефтепродукты, сточных вод.

**Источники загрязнения** территории и водных объектов на нефтепромыслах присутствуют в той или иной мере на любом участке технологической схемы от скважины до нефтяных резервуаров нефтеперерабатывающих заводов.

## Особенности влияния вредных веществ нефтяного производства на окружающую среду и организм человека



Рисунок 2.1 – Классификация загрязнений окружающей среды

**Основными загрязнителями** окружающей среды при технологических процессах нефтегазодобычи являются:

- ✓ нефть и нефтепродукты,
- ✓ сернистые и сероводородсодержащие газы,
- ✓ минерализованные пластовые и сточные воды нефтепромыслов и бурения скважин,

- ✓ шламы бурения, нефте- и водоподготовки,
- ✓ химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов нефтедобычи, бурения и подготовки нефти, газа и воды.

По **пространственному признаку** источники загрязнения подразделяются на:

- **точечные** (скважины, амбары),
- **линейные** (трубопроводы, водоводы),
- **площадные** (нефтепромыслы, месторождения).

Оценку значимости источников загрязнения следует проводить с учетом продолжительности их функционирования во времени. В зависимости от продолжительности действия выделяются **систематические** и **временные** источники загрязнения.

**Уровень загрязнения** окружающей среды отходами производства оценивается кратностью превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) поступающих веществ в природные объекты.

По ориентировочным оценкам, большая часть **углеводородного загрязнения** приходится на атмосферу — 75 %, 20 % фиксируется в поверхностных и подземных водах и 5 % накапливается в почвах.

### **Загрязнители нефтяного производства.**

При разливе **нефти** образуется сплошная нефтяная пленка, создающая на воде эмульсии типа «вода в нефти» и «нефть в воде». Первая эмульсия способна разрушаться под действием бактерий. Эмульсия типа «шоколадный мусс» практически не поддается бактериальному разрушению и содержит 30-40 мг/л нефти. Токсичность нефти зависит от её химического состава и качества нафтеновых кислот. Наибольшей токсичностью обладает эмульгированная в виде нефти. Концентрация её выше 0,05 мг/л и приводит к нарушению биологического равновесия водоёмов, влияет на физико-биологическую функцию организмов. Плёночная нефть менее токсична, но нарушает биологические и обменные процессы между водой и воздушной средой.

Особо опасны для здоровья людей токсичные соединения **свинца и серы, этилированные бензины, нитроэтилсвинец**. При сжигании газа в факелах сернистые соединения улетучиваются в атмосферу. Сернистый газ раздражает глаза, горло, дыхательные пути, вызывает анемию, поражение печени.

**Бензин** поступает в организм через дыхательные пути, всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта и оказывает особенно сильное воздействие на центральную нервную систему. При остром отравлении при концентрации бензина в воздухе всего лишь в 0,005-0,01 мг/м<sup>3</sup> состояние больного напоминает алкогольное опьянение. При концентрации 0,04 мг/м<sup>3</sup> смерть человека наступает почти мгновенно. При многократных воздействиях развиваются острые нервные расстройства. **ПДК паров бензина – 0,003 мг/м<sup>3</sup>**.

**Оксид углерода – CO**, бесцветный газ, без вкуса и запаха. Плотность по воздуху 0,967. **ПДК в рабочей зоне 20 мг/м<sup>3</sup>**. Концентрацию 300 мг/м<sup>3</sup> человек переносит без заметного действия в течение 2-4 часов, 600 мг/м<sup>3</sup> – за это время вызывает легкое отравление, 3600 мг/м<sup>3</sup> – через 1-5 минут наступает смерть. Оксид углерода вытесняет кислород из окиси гемоглобина крови.

**Двуокись углерода - CO<sub>2</sub>** - тяжёлый бесцветный газ, при низких и умеренных температурах обладает кисловатым запахом. При содержании в воздухе более 10 % вызывает сильное отравление. Оказывает наркотическое действие на человека, изменяется походка, реакция зрачков. В воздухе, вдыхаемом человеком, содержится 0,04 % CO<sub>2</sub>. **ПДК CO<sub>2</sub> в воздухе – 1%**. Плотность по воздуху 1,52.

Большая часть углеводородов поступает в атмосферу – 75 %, в воду 20 %, в почву 5 %.

**Природный газ при большом содержании метана – CH<sub>4</sub>** в воздухе вызывает удушье в связи с недостатком кислорода. Природные газы, содержащие **сероводород- H<sub>2</sub>S**, очень токсичны.

**Сероводород - H<sub>2</sub>S**, бесцветный газ с неприятным запахом, ощутимым даже при незначительных концентрациях(1:1000000). При большой концентрации сероводорода в воздухе за-

паха не наблюдается, по-видимому, вследствие паралича окончаний обонятельного нерва. Сероводород наиболее токсичный ингредиент в составе атмосферы объектов при добыче высокосернистых нефти и газов.

При концентрации сероводорода:

- 1,4-2,3 мг/м<sup>3</sup> - запах незначительный, но явно ощутимый;
- 3,3-4,6 мг/м<sup>3</sup> - сильный запах, при привыкших к нему не тяготеют;
- 7,0-11 мг/м<sup>3</sup> - запах тягостный, даже привыкших к нему (работники ДНС, УППН, товарный парк);
- 1000 мг/м<sup>3</sup> и более – мгновенное отравление, смерть.

Плотность сероводорода по воздуху 1,912, поэтому он скапливается в ямах, колодцах, траншеях (порыв нефтепроводов с сернистой нефтью). Температура воспламенения 290 °С, нижние и верхние пределы взрывоопасной концентрации сероводорода в воздухе 4 и 45,5 % объёмных. Сероводород при добыче и подготовке нефти действует не изолированно, а в сочетании с различными углеводородами. В этом случае изменяется характер их токсичного воздействия.

***Предельные углеводороды, сернистые соединения***, меркаптаны присутствуют в воздухе объектов добычи нефти, но они менее токсичны вышеперечисленных.

Выявление источников воздействия на ОС, определение показателей, которые их характеризуют, - один из наиболее важных этапов инженерно-экологических исследований, от правильного решения которого зависит успех планируемых мероприятий по организации нефтегазового производства.

## Лекция №3

### Негативное воздействие на окружающую среду поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефтяных месторождениях. Экологическое воздействие бурения как основного вида работ в нефтегазовом деле на окружающую среду

Поиски, разведка и разработка нефтегазовых месторождений является тем видом работ, которые вносят наибольшие изменения в окружающую среду.

#### **Поисково-разведочные работы**

Поисково-разведочные работы по выявлению скоплений нефти и газа представляют собой сложный и утвердившийся набор операций, который включает определенную их стадийность и последовательность, использование большого количества методов. Они определены ранее уже утвержденными Положениями и практикой исследований, включают ряд стадий.

#### Этапы поисково-разведочных работ:

##### **1. Региональный:**

- *прогнозирование* нефтегазоносности, которое завершается качественной и количественной оценкой перспектив крупных территорий и выявлением первоочередных зон для следующей стадии работ;
- *оценка* зон нефтегазонакопления, в результате чего должны быть выявлены наиболее перспективные районы для постановки поисковых работ.

Допускается совмещение во времени этих стадий. В хорошо изученных регионах работы этапа проводятся в небольшом объеме и направлены на изучение перспектив нефтегазоносности больших глубин, на выявление зон нефтегазонакопления неантиклинального типа, решение других вопросов.

##### **2. Поисковый:**

Цель - открытие месторождения нефти и газа или новых залежей в неизученной или малоизученной части разреза уже известного месторождения.

Включает две стадии:

- *выявление и подготовка объектов к поисковому бурению*, конечной целью которых является определение местоположения поисковых скважин;
- *стадия поисков*, целью которой является открытие месторождений и залежей, осуществляемое путем бурения поисковых скважин.

##### **3. Разведочный:**

Цель - прослеживание уже открытых залежей по площади, их оконтуривание с целью определения размеров месторождения, количеством и качеством нефти и газа, изучение состава и параметров пород коллекторов.

Основная задача - получение данных для подсчета запасов углеводородов и проектирования разработки.

Основные стадии:

- *количественная оценка* месторождений или залежей углеводородов;
- *подготовка их к разработке*.

**NB!** Сама разведка залежей и месторождений проводится лишь в том случае, если поисковым бурением доказаны промышленное значение и экономическая целесообразность их разработки.

Основной принцип проведения разведочных работ - обеспечение максимальной их эффективности и с минимальной затратой материальных средств. Поэтому главными задачами этой стадии являются оконтуривание залежей и определение запасов по промышленным категориям с минимально необходимым количеством скважин.

##### **4. Подсчёт запасов нефти и газа.**

Проводимые работы включают:

- ✓ выбор основного принципа системы разведки (сверху вниз или снизу вверх);
- ✓ определение этажей разведки, а также принцип размещения скважин при разведке (треугольная, кольцевая, профильная системы);
- ✓ вскрытие и опробование продуктивных пластов, что является наиболее важным и ответственным этапом в разведочном бурении;
- ✓ опробование пласта в процессе бурения;
- ✓ воздействие на пласт в процессе освоения скважины (кислотная обработка, гидроразрыв, термогазохимическая обработка и др.).

Эти работы проводятся специалистами бурового предприятия или специалистами сервисных компаний, но с неременным учетом геологических условий того месторождения, что разведывается. В комплекс исследований разведочных скважин входит их опытная эксплуатация, необходимая для промышленной оценки изучаемого объекта. Гидродинамические исследования скважин на стадии промышленной разведки проводятся с целью определения начального пластового давления, температуры, характера фильтрации флюида, коэффициента продуктивности, газового фактора и других параметров залежи.

Таблица 3.1

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Производственно-технологические стадии	Природные объекты		
	Литосфера (земная поверхность, недра)	Гидросфера (водная среда, подземные воды)	Атмосфера (атмосферный воздух)
Поиск и разведка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение и загрязнение почвенного и растительного покрова;</li> <li>• Отчуждение земли под строительство буровых установок и размещение временных поселков;</li> <li>• Активизация экзогенных геологических процессов;</li> <li>• Снижение биопродуктивности экосистем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Загрязнение поверхностных и подземных вод промывочной жидкостью;</li> <li>• засоление поверхностных водоемов, при самоизливе рассолов, вскрытых структурно-поисковыми и разведочными скважинами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аварийные выбросы нефти и газа в процессе бурения и освоения скважин;</li> <li>• Газопылевое загрязнение при строительстве дорог и промышленных площадок</li> </ul>
Добыча	Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота под нефтепромысловые объекты.	Нарушение изолированности водоносных горизонтов из-за перетоков.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Загрязнение УВ, сероводородом, оксидами серы и азота при эксплуатации скважин;</li> <li>• Выделение отработанных газов транспортными средствами и двигателями буровых установок.</li> </ul>
Первичная переработка и транспортировка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отвод земель под складирование отходов;</li> <li>• Нарушение экологической обстановки при строительстве и эксплуатации магистральных нефтепроводов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Утечка нефтепродуктов и химических реагентов из резервуаров и дозирующих установок;</li> <li>• Загрязнение поверхностных и подземных вод ГСМ, бытовыми и техническими отходами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Распыление и разлив нефти и нефтепродуктов;</li> <li>• Потери при испарении легких фракций нефти во время хранения в резервуарах и производстве сливно-наливных операций</li> </ul>

Все эти работы и операции не приводят к сколько-нибудь существенным экологическим нарушениям. Вместе с тем, они часто проводятся на практически неосвоенных площадях, что



вносит в их окружающую среду изменения. Особенно сложными такие последствия бывают при освоении площадей многолетней мерзлоты. Причем на всех этапах этих работ основные нарушения окружающей и геологической среды связаны с проведением буровых работ.

### Экологическое воздействие бурения как основного вида работ в нефтегазовом деле на окружающую среду

*Бурение* является обязательным элементом поисково-разведочных работ и разработки месторождений УВ, а также неперенным фактором воздействия на окружающую среду.

Источники загрязнения при бурении скважин условно можно разделить на *постоянные* и *временные* (Рис. 3.1).

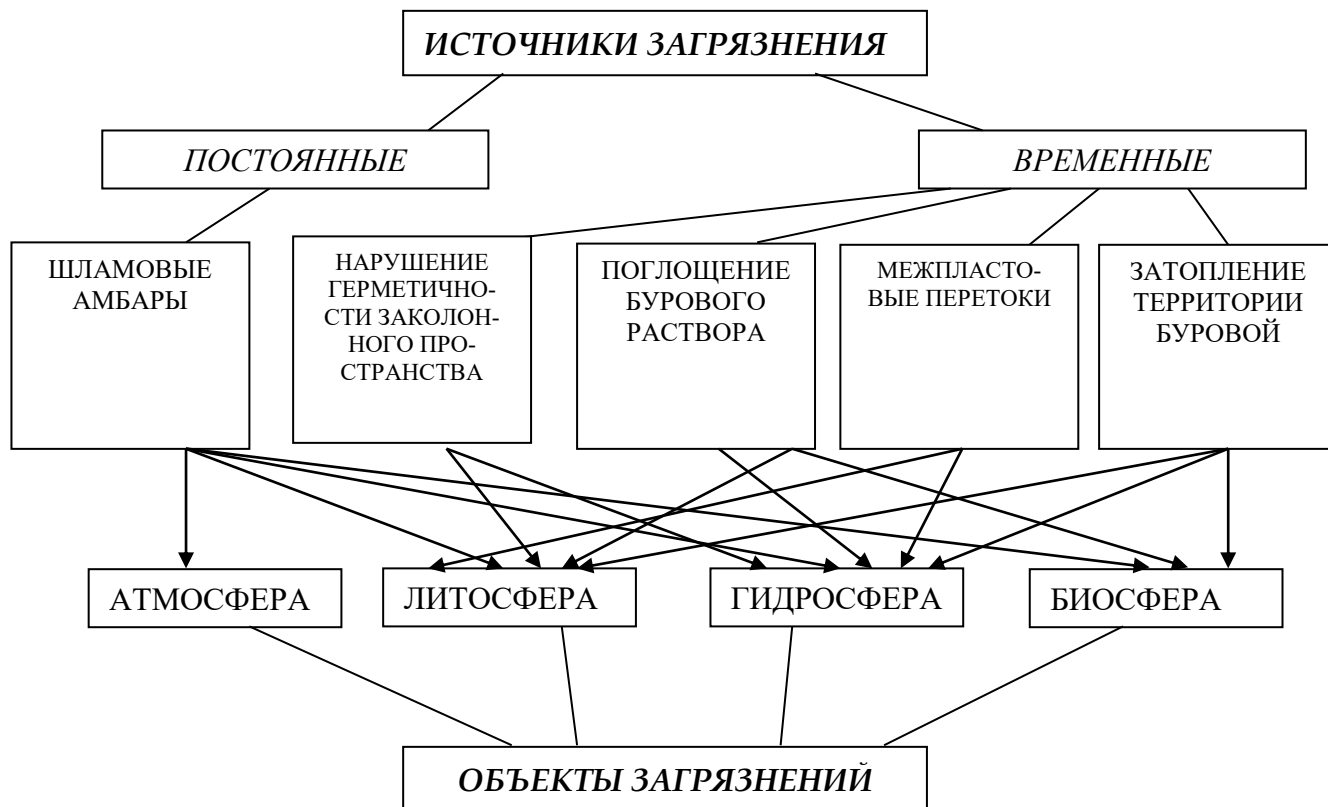


Рисунок 3.1 – Систематизация источников загрязнения ОС при бурении скважин

\*Общим для второй группы является то, что источники загрязнения носят вероятностный характер, а их последствия трудно предсказуемы.

Уже сам процесс поискового, разведочного и эксплуатационного бурения, строительство скважины предусматривает:

- снятие какой-то части почвенного слоя (при буровых работах отводится земли на одну скважину площадью от 0,5 до 3,5 га);
- создание на поверхности емкости для воды (земляной амбар-отстойник), оборудование ее электропроводкой и водоподведением;
- выброс в атмосферу отработанных газов от ДВС, транспортных средств (работы дизельных установок в течение года на одной буровой обеспечивает выброс в атмосферу до 2 т углеводородов и сажи, более 30 т оксида азота, 8 т углерода, 5 т сернистого ангидрида);
- использование большого количества воды, входящей в состав промывочной жидкости (бурового раствора), которая закачивается в скважину для охлаждения породоразрушающего инструмента, выноса на поверхность продуктов разрушения разбуриваемых пород;

- изоляцию друг от друга вскрытых горизонтов, насыщенных различными флюидами (вода питьевая, вода минерализованная, углекислый газ, сероводород, азот и др.). В этом плане приобретает особое значение знание принципов качественного крепления скважин обсадными колоннами и герметизации заколонного пространства, тампонажа внешнего, или заколонного пространства, от которого, в конечном счете, зависит долговечность существования промышленного объекта – скважины;
- размещение отработанных растворов и шламов в земляных амбарах, содержимое которых захороняется непосредственно на месте их расположения. Способ ликвидации амбаров путём засыпания их грунтом не исключает пространственного распространения загрязняющих веществ при их фильтрационно-диффузионной миграции. Установлено, что при годовом количестве осадков 500-600 мм скорость движения фронта засоления песчано-глинистых отложений и грунтовых вод достигает 30 м/год. В результате минерализации грунтовых вод, оказавшихся под влиянием источника захоронения бурового раствора, возрастает в 200-250 раз. Площадь загрязнения может составить несколько гектаров.
- провал инструмента (исправление такого положения сопровождается выполнением дополнительных работ, нарушающих естественный режим в недрах и значительно удорожающих процесс бурения);
- возникновение аварийных ситуаций, выбросов при бурении и освоении скважин, нарушение герметичности колонн. Многочисленные случаи выбросов нефти и газа, сопровождаемые взрывами и пожарами, бывают при вскрытии продуктивных горизонтов с высокими пластовыми давлениями. Иногда такое явление может иметь катастрофические последствия (например, взрыв на Качановском месторождении Днепровско-Донецкой впадины). К таким случаям специалисты по добыче нефти и газа должны быть подготовлены. И хотя сам процесс излияния нефти на поверхность радует разработчиков, которые увидели извлекаемое ими сырье, мы постоянно должны помнить о вредном его воздействии на окружающую среду.
- межпластовые перетоки УВ, которые нарушают режим недр, могут приводить к потере каких-то извлекаемых компонентов, к проседанию земной поверхности в местах разработки нефтегазовых месторождений, а в ряде случаев они могут сопровождаться активизацией землетрясений в сейсмичных районах. Примеры таких случаев хорошо известны в США, Средней Азии.

### **Проведение бурения на морских площадях.**

Морское бурение должно сопровождаться:

- ✓ строительством стационарной платформы,
- ✓ применением специальных платформ (самоподъемные, полупогруженные, плавающие суда),
- ✓ постройкой погруженной морской баржи или барж на мелководье,
- ✓ созданием искусственных островов, эстакадной платформы.

Наконец, строительство глубоководных буровых установок – это тоже сложный процесс. Все это нарушает морской режим акватории даже до начала эксплуатационных работ.

### **Охрана недр при работах в акватории.**

Особую опасность с точки зрения загрязнения окружающей среды при морском бурении представляют:

- \* выбросы и открытое фонтанирование;
- \* образование сточных вод, содержащие шлам, нефть и нефтепродукты, механические примеси, а также разнообразные химические реагенты, попадание которых в море недопустимо;
- \* необходимость ликвидации бурового шлама.

Одна из важных и сложных проблем охраны акваторий – **своевременное обнаружение разливов и утечек нефти.**

Естественно, что основной объем бурения выполняется в процессе разработки нефтегазовых месторождений. Поэтому рассмотрим вопросы охраны недр и нарушения окружающей среды в процессе добычи УВ.

Комплекс мероприятий по охране ГС и ОС:

- ✓ выбор рациональной системы разработки месторождений, его контролю и регулированию,
- ✓ внедрение эффективных методов повышения отдачи нефти, газа и конденсата.
- ✓ разработка должна осуществляться по утвержденной в установленном порядке технологической схеме или проекту;
- ✓ обеспечение максимального уровня нефтегазоконденсатоотдачи с учетом технологических и экономических показателей.

Все эти мероприятия должны быть направлены на предотвращение:

- выбросов;
- открытого фонтанирования;
- грифообразования;
- обвалов стенок скважины;
- поглощения промывочной жидкости и других осложнений.

## Лекция № 4

### Загрязнение окружающей среды при нефтегазовом строительстве

Нефтегазовое строительство предусматривает следующие технологические процессы:

1. *Строительство площадки под разработку нефтегазового месторождения* - характеризуется различными загрязнениями окружающей и геологической среды (физическим, химическим, в том числе органическим и биологическим):

- ↪ физико-механическое воздействие транспорта и строительной техники на структурные элементы приземных слоёв литосферы (почвы, грунты, грунтовые воды, растительные и животные сообщества);
- ↪ размещение временных и постоянных объектов для обустройства нормальных условий работы персонала (жильё, санитарно-техническое оборудование, пункты питания) – органическое, химическое и биологическое воздействие;
- ↪ разрушение почв и утрата ими плодородия. Даже возвращение по окончании строительства ранее снятого плодородного слоя снижает плодородие почв в 2 - 3 раза из-за структурных нарушений, перемешивания части почв с подстилающими ее грунтами. На восстановление плодородия пашни в благоприятных природно-климатических условиях потребуется 3 - 5 лет. Если работы по рекультивации своевременно не проводятся, то негативные последствия усугубляет водная и ветровая эрозия.

2. *Трубопроводное строительство:*

- ↪ при сооружении магистрального трубопровода на каждые 100 км трассы нарушается в среднем 500 га земельных угодий, при прокладке дорог — не менее 250 га, да ещё под карьеры отводится не менее 100 га;
- ↪ основной экологический ущерб при трубопроводном строительстве наносится природной среде в период подготовительных работ (по расчистке и планировке трассы, а также при вывозке на трассу труб, пригрузов и других материалов);
- ↪ проведение гидравлических испытаний нефтегазопроводов - использование больших объёмов водных ресурсов;
- ↪ при прокладке трубопроводов вырубается леса в полосе отвода, на многие годы уничтожаются внедорожными разъездами пастбища. Распугиваются и уничтожаются браконьерами птицы и звери. Из-за многочисленных случаев нарушения гидрологического режима малых рек, разрушения берегов больших рек и водоемов при прокладке подводных переходов, загрязнения их нефтепродуктами рыба уходит с мест нерестилищ и гибнет.

К основным видам неблагоприятных воздействий на окружающую среду при подготовительных работах относятся:

- \* уничтожение или нарушения разной степени почвенно-растительных покровов;
- \* возникновение пожаров;
- \* загрязнение и замутнение водоёмов;
- \* нарушение естественного стока;
- \* заводнение и подтопление территорий, ведущее к заболачиванию и водной эрозии;
- \* загрязнение почв и земель нефтепродуктами, строительными материалами и отходами, бытовыми стоками и твердыми отходами;
- \* сброс воды после гидравлических испытаний, сильно загрязнённого грунтом, продуктами коррозии, окалиной, огарками электродов, сбрасывается в водоёмы

или по рельефу в овраги и может принести ущерб окружающей среде, размывая грунт, заводняя местность и загрязняя водоёмы.

### 3. Строительство буровой:

- ↪ выбросы в атмосферу отработанных газов от двигателей транспортных средств вызывают загрязнение атмосферы;
- ↪ работа дизельных установок в течение года на одной буровой обеспечивает выброс в атмосферу до 2 т УВ и сажи, более 30 т оксида азота, 8 т оксида углерода, 5 т сернистого ангидрида. Перевод буровых станков на электропривод позволит снизить расход нефтепродуктов, уменьшить загрязнение территории и ликвидировать выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива;
- ↪ рост нагрузок на грунты (статических, динамических, термодинамических) приводит к нежелательным явлениям и процессам - просадкам, оползням, заводнению, что угрожает устойчивости возводимого объекта и нарушает равновесие в геотехнической системе;
- ↪ на этапе демонтажа буровой происходит загрязнение территории за счет использованных технических материалов и не подлежащего восстановлению оборудования.

### 4. Строительство скважин:

Применяемая ныне технология строительства скважин вызывает:

- ✓ техногенные нарушения на поверхности земли;
- ✓ изменения физико-химических условий на глубине при вскрытии пластов-коллекторов в процессе бурения.

#### Загрязнители окружающей среды при проходке и оборудовании скважин:

- многочисленные химические реагенты, применяемые для приготовления буровых растворов. К настоящему времени не все реагенты, входящие в состав буровых растворов, имеют установленные ПДК и лимитирующие показатели вредности.

\*Расход буровых растворов **в период проходки скважины** на один объект может достигать 30 м<sup>3</sup>/сут, что оказывает негативное воздействие на почвенный слой, поверхностные и подземные воды. Кроме того, при бурении скважин возможно применение нефтепродуктов в объеме до 1 тыс. т в год.

- нефть и нефтепродукты, которые могут поступать на поверхность не только в качестве компонентов буровых растворов, но и при использовании горюче-смазочных материалов, при испытании скважин или в результате аварии;
- ГСМ, проливаемые на землю при заправках или ремонте техники;
- отходы стройматериалов и твердые бытовые отходы;
- промышленные и бытовые стоки, сбрасываемые на стройплощадках и базах;
- промывочные жидкости.

\*В состав промывочных жидкостей входит целый ряд химических ингредиентов, которые обладают токсичными свойствами (аммоний, фенолы, цианогруппы, свинец, барий, полиакриламид и пр.). Наличие органических реагентов способствует образованию суспензий и коллоидных систем в сточных водах.

- углеводородное загрязнение **в период испытания скважины.**

#### Природоохранные мероприятия при строительстве скважин

К природоохранным мероприятиям при строительстве скважин **на суше** относятся:

- ✓ профилактические (технические и технологические) мероприятия, направленные на предотвращение загрязнения окружающей среды;
- ✓ сбор, очистка, обезвреживание, утилизация и захоронение отходов строительства скважин;
- ✓ предупреждение загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод;
- ✓ рекультивация недр;

- ✓ с целью предупреждения попадания в почву, поверхностные и подземные воды отходов бурения и испытания скважин организуется система сбора, накопления и утилизации отходов бурения, включающая: обваловку, гидроизоляцию амбаров, устройство трубопроводов для транспортирования отработанных буровых растворов.

#### 5. *Строительство наземных и подземных хранилищ нефтепродуктов:*

- ✚ -повышенная пожаро- и взрывоопасность;
- ✚ высокие потери от испарения вследствие «больших» и «малых» дыханий;
- ✚ загрязнения воздушного бассейна, грунтовых и поверхностных вод вследствие утечек из-за коррозионного повреждения резервуаров;
- ✚ отчуждение значительных земельных угодий;
- ✚ высокая металлоемкость конструкций.

#### Эксплуатационная надежность и экологическая безопасность любого типа подземного хранилища обеспечивается:

- ✓ прочностью и устойчивостью выработок-емкостей;
- ✓ герметичностью подземных резервуаров, т.е. их изолированностью от грунтовых и поверхностных вод и от атмосферного воздуха;
- ✓ незначительным отчуждением земли по сравнению с объемом хранилища;
- ✓ сейсмической устойчивостью;
- ✓ минимальным риском при нештатных ситуациях.

#### ***Охрана окружающей природной среды при строительстве подземных хранилищ:***

- при строительстве новых, расширении и реконструкции действующих подземных хранилищ следует руководствоваться требованиями строительного законодательства и государственных нормативных актов по охране окружающей среды;
- подземные хранилища должны располагаться в зонах, обеспечивающих минимальную степень воздействия на недра, почву, атмосферу и воды;
- конструкция всех элементов подземного хранилища и технология их эксплуатации должны обеспечивать минимально возможное техногенное воздействие на природную среду;
- до начала сооружения подземных резервуаров и рассолохранилищ должны быть проведены базовая ландшафтно-геохимическая инвентаризация и выделение значимых для экологического мониторинга технологических и фоновых площадей и показателей;
- при сооружении и эксплуатации подземных хранилищ должен проводиться экологический мониторинг сред, подверженных их воздействию, для выявления техногенной миграции загрязняющих веществ и оценки реальных изменений в окружающей среде;
- подлежат контролю охраняемые, в том числе питьевые воды, водоносные горизонты, предназначенные для закачки рассола; водоносные горизонты, предназначенные для технического водоснабжения; первый надсолевой водоносный горизонт; почвы; геодинамическое состояние геологической среды; смещения земной поверхности; состав атмосферного воздуха;
- оборудование шахтных резервуаров должно исключать выбросы в атмосферу паровоздушной смеси нефти и нефтепродуктов при первоначальном заполнении и «больших дыханиях»;
- проектные решения подземного хранилища, расположенного на площади развития вечномёрзлых пород, должны предусматривать сохранение растительного покрова;

- при полной или частичной ликвидации хранилища подземные резервуары, наземное технологическое оборудование, сооружения, здания должны быть приведены в состояние, обеспечивающее безопасность населения и не оказывающее отрицательного влияния на окружающую среду.

Таблица 4.1.

ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.

<b>Виды работ</b>	<b>Источник воздействия</b>	<b>Вид воздействия</b>	<b>Объект воздействия</b>
Подготовительные работы	-транспорт, -строительная техника	нарушение почв, природных ландшафтов, зоны аэрации	Почвенно-растительный покров на площадке, отведённой под строительство
Бурение скважин	Блок приготовления буровых растворов, устье скважины, циркуляционная система, система сбора отходов бурения, емкости ГСМ, ДВС, котельные, химреагенты, отходы бурения (шлам, сточные воды, буровые растворы)	Нарушение почв, природных ландшафтов, зоны аэрации; нарушение условий жизни в районе бурения скважин вплоть до полного исчезновения отдельных видов животных и растений	Растительный и животный мир, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, население в районе буровых работ
Испытание скважин	Перетоки по затрубному пространству и нарушения обсадной колонны, амбары для исследования дебитов нефти, факелы	Нарушение почв, природных ландшафтов, зоны аэрации; нарушение условий жизни в районе бурения скважин вплоть до полного исчезновения отдельных видов животных и растений	Растительный и животный мир, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, население в районе буровых работ
Ликвидация и консервация скважины	Негерметичность колонны, прорыв пластовой воды, газа, «газовой шапки», минерализованной воды, нефти.	Нарушение почв, природных ландшафтов, зоны аэрации; нарушение условий жизни в районе бурения скважин вплоть до полного исчезновения отдельных видов животных и растений	Растительный и животный мир, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, население в районе буровых работ

## Лекция № 5

### Загрязнение окружающей среды при добыче, сборе, подготовке, переработке и транспортировке углеводородов

Загрязнение почвы, воды, атмосферного воздуха, уничтожение части биосферы может происходить и при добыче, сборе, подготовке, транспорте и хранении нефти, газа и воды. Работа промышленного оборудования в нефтяной промышленности происходит в крайне неблагоприятных условиях.

Основными **источниками** загрязнения окружающей среды при эксплуатации систем сбора и транспорта продукции скважин на нефтяных месторождениях являются следующие сооружения и объекты нефтепромыслов:

●\* *устья скважин и прискважинные участки*, где разлив нефти, пластовых и сточных вод происходит из-за нарушений герметичности устьевого арматуры, а также при проведении работ по освоению скважин, капитальному и профилактическому ремонту;

●\* *трубопроводная система сбора и транспорта добытой жидкости* из пласта и закачки сточных вод в нагнетательные скважины из-за неплотностей в оборудовании, промышленных нефтесборных и нагнетательных трубопроводах;

●\* *резервуарные парки и дожимные сборные пункты*, где разлив добытой жидкости происходит при спуске из резервуаров сточных вод, загрязненных осадками парафино-смолистых отложений, переливах нефти через верх резервуаров;

●\* *земляные амбары, шламонакопители и специальные площадки*, в которые сбрасываются осадки с резервуаров и очистных сооружений, представляющие отложения тяжелых фракций нефти, парафино-смолистых веществ и всевозможных примесей, насыщенных нефтью, нефтепродуктами и химреагентами, а также твердых минеральных примесей. В этих шламах могут содержаться до 80 – 85 % нефти, до 50 % механических примесей, до 70 % минеральных солей и до 5 % поверхностно-активных веществ;

●\* *Факельные установки* предназначены для сжигания некондиционных газов, образующихся при пуске, продувке оборудования или в процессе работы, дальнейшая переработка которых экономически нецелесообразна или невозможна. С факельных устройств, котельных, нагревательных печей в качестве продуктов сгорания в окружающую среду выбрасываются оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа.

**Система сбора** нефти на промыслах является источником загрязнения водных ресурсов и почвы. Это обусловлено:

- ↪ большой протяженностью трубопроводной сети, которая достигает 100 км для среднего промысла;
- ↪ невозможностью практически предугадать место порыва коллекторов;
- ↪ невозможностью обнаружить мгновенно порывы коллекторов, особенно небольшие;
- ↪ утечками через сальники задвижек, фланцевые соединения;
- ↪ коррозией, эрозией, механическими повреждениями тела трубы;
- ↪ существенным коррозионным воздействием продукции самой скважины на её оборудование.

В итоге объемы разлитой нефти, как правило, превышают объем остальных загрязнений.

Применение *герметизированных однотрубных систем сбора* продукции скважин и блочного оборудования позволяет все процессы, связанные с выделением газа из нефти, подготовкой нефти, газа и воды, сосредоточить на установках, расположенных в одном центральном пункте.

Однотрубная герметизированная система сбора имеет несомненные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды.



Внедрение герметизированных систем сбора и транспорта нефти, хотя в значительной степени и снижает вероятность коррозии оборудования и коммуникаций, однако при подготовке нефти и воды герметизация часто нарушается вследствие коррозии, что приводит к утечке нефти и пластовых вод и загрязнению тем самым объектов окружающей среды.

**Промысловая подготовка** нефти и газа предусматривает следующие технологические процессы:

- газосепарация;
- предварительный сброс пластовой воды;
- обезвоживание и обессоливание;
- удаление механических примесей.

Общепромысловые резервуарные парки являются конечными пунктами сбора и транспорта нефти на промыслах. Обычно они располагаются на одной территории и объединяются в одно хозяйство. Поэтому канализация резервуарных парков и деэмульгационных установок также объединяются в общую систему.

При эксплуатации этих установок источниками загрязнения могут быть переливы и продукты, накапливающиеся в отстойной аппаратуре, резервуарах, которые составляют 0,5 – 12 г/т подготовленной нефти.

Остатки подготовки нефти, нефтяные шламы, значительно отличаются по физико-химическим свойствам от самой нефти, и требуют периодического удаления из аппаратуры, что осуществляется при чистке аппаратов и сопровождается загрязнением территории.

Для интенсификации процессов разрушения эмульсии на установках подготовки нефти и даже в отдельные скважины дозируются поверхностно-активные вещества (ПАВ) — *деэмульгаторы*.

При подготовке нефти используют анионоактивные и неионогенные ПАВ:

- блоксополимеры окиси этилена и пропилена;
- оксиэтилированные амины;
- синтетические жирные кислоты;
- высшие жирные спирты и алкилфенолы.

**Деэмульгаторы** (химические реагенты с большой поверхностной активностью) используются при следующих способах разрушения водонефтяных эмульсий:

- механический (отстой, фильтрация, центрифугирование);
- термический (подогрев, промывка горячей водой);
- электрический (обработка в электрическом поле постоянного или переменного тока)

Их применение способствует:

- ✓ улучшению качества товарной нефти;
- ✓ упрощению технологического процесса;
- ✓ сокращению времени отстоя;
- ✓ осуществлению предварительного сброса основной массы воды из эмульсии;
- ✓ более полной очистке отделившейся воды от нефти и взвешенных частиц.

### **Загрязнения ОС в процессе переработки УВ.**

Нефть представляет собой очень важный природный продукт, используемый для самых разных отраслей народного хозяйства, который при его переработке может иметь самое различное использование. Рассмотрим загрязнения окружающей среды в процессе ее переработки.

Переработка нефти представляет собой многостадийный процесс по разделению этих углеводородов на фракции (первичная переработка) и изменению структуры молекул отдельных фракций (вторичная переработка). Экологические проблемы переработки нефти включают в себя загрязнение атмосферы, вод мирового океана и литосферы.

Получаемые из нефти продукты можно разделить на следующие группы:

- *топливо* (авиационные и автомобильные бензины, тракторное, реактивное, дизельное, газотурбинное и котельное топливо);

- *нефтяные масла* (моторные, промышленные, цилиндрические, турбинные, компрессорные и другие группы, используемые для смазывания различных видов оборудования);
- *парафин* (твёрдый продукт, служащий сырьём для производства синтетических жирных кислот и спиртов);
- *вазелин* (используемый в медицине и технике);
- *нефтяной битум* (применяют при изготовлении изоляционных и кровельных материалов, а также в дорожном строительстве);
- осветительный керосин;
- растворитель;
- другие нефтепродукты (кокс, консистентные смазочные масла, нефтяные кислоты и др.).

Естественно, что извлечение из нефти этих материалов, дальнейшая их переработка и использование сопровождаются выделением каких-то компонентов, определённым образом загрязняющих окружающую среду.

**Основным источником загрязнения ОС при переработке УВ** являются *предприятия по переработке нефти, нефтеперерабатывающие заводы*, которые вызывают:

1). Загрязнения атмосферы:

- \* выбросы неприемлемого по экологическим стандартам количества загрязняющих веществ.

В состав выбросов входит около ста наименований веществ, среди которых:

- тяжёлые металлы (свинец),
- оксид серы четырёхвалентной (SO<sub>2</sub>),
- оксид азота четырёхвалентного (NO<sub>2</sub>),
- углекислота,
- угарный газ,
- диоксины,
- хлор,
- бензол,
- плавиковая кислота (HF).

Наибольший объём вредных веществ образуется в ходе процессов каталитического крекинга.

- \* Выброс в атмосферу оксидов азота, серы, соединений алканового ряда способствует формированию парникового эффекта, что в свою очередь приводит к изменению климатических условий на Земле.
- \* При сгорании нефти и газа в атмосферу в больших количествах поступает углекислый газ, различные сернистые соединения, оксид азота. Средней мощности электростанция, работающая на мазуте, выбрасывает ежедневно в окружающую среду 500 т серы в виде сернистого ангидрида.

2). Загрязнения биосферы:

- \* Большинство газов, выбрасываемых нефтеперерабатывающими заводами в атмосферу, могут вызывать у людей и животных патологии дыхательной системы (астма, бронхит, асфиксия).
- \* Большое количество мелких твёрдых частиц, содержащихся в газообразных выбросах, оседая на слизистых оболочках дыхательных путей, препятствуют нормальным процессам респирации.
- \* Такие газы как SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, попадая в атмосферу, при взаимодействии с водой образуют кислоты, которые впоследствии выпадают на земную поверхность в виде осадков (кислотных дождей), оказывая губительное воздействие на живые организмы.
- \* Компоненты выбросов вступают в реакции с озоном атмосферы, что приводит к его разрушению и формированию озоновых дыр. Вследствие этого все живые ор-

ганизмы планеты подвергаются воздействию жесткого коротковолнового ультрафиолетового излучения, являющегося сильнейшим мутантом.

### 3). Загрязнение вод мирового океана.

Сточные воды нефтеперерабатывающих предприятий отводятся по двум системам канализации. Воды первой системы используются повторно. Воды второй попадают в естественные водоемы (Рис. 5.1).

Несмотря на очистку, сточные воды содержат большое количество загрязняющих веществ, среди которых: бензолы, фенолы, алканы, алкены и др. Все эти вещества оказывают следующее негативное влияние на гидробиоту, водные организмы:

- ↪ снижают концентрацию кислорода в воде, что приводит к гибели многих водных обитателей от удушья;
- ↪ вещества сточных вод оказывают канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффект, что также приводит к гибели гидробионтов;
- ↪ отмершее органическое вещество служит отличным субстратом для бактерий гниения, которые в течение считанных месяцев могут превратить водоемы в безжизненные отстойники.

Многие отравляющие вещества имеют способность к *кумуляции*. Больше того концентрация вредных веществ может увеличиваться при переходе от одного звена пищевой цепи к другому. Таким образом, человек, потребляя морепродукты, может подвергаться негативному воздействию отравляющих веществ, которые первоначально попали в организм животных и растений, обитающих поблизости от места сброса сточных вод нефтепроводов.

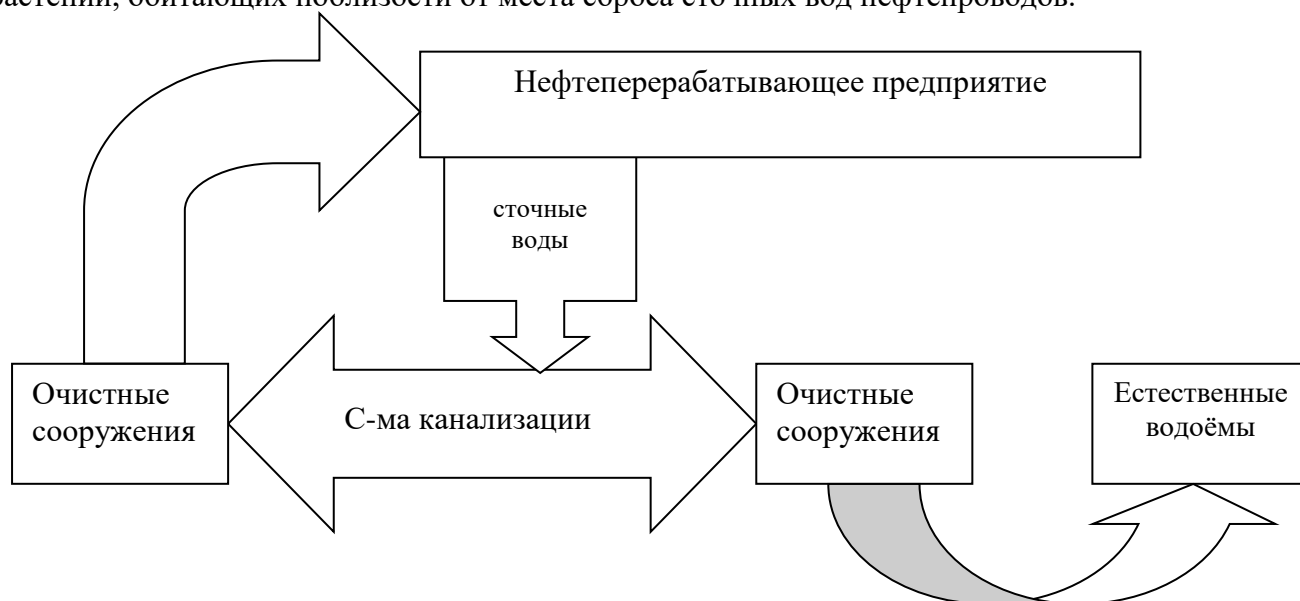


Рисунок 5.1 – Блок-схема цикла сточных вод с НПЗ.

### 4). Загрязнение литосферы.

Экологические проблемы переработки нефти затрагивают и твердую оболочку Земли. Главным источником загрязнения литосферы служат *отходы нефтеперерабатывающих заводов*, которые содержат следующие вещества:

- адсорбенты,
- золу,
- разнообразные осадки,
- пыль,
- смолу,
- другие твердые вещества, образующиеся непосредственно при переработке нефти, а также при очистке сточных вод и атмосферных выхлопов.

Учитывая возможность распространения отравляющих веществ посредством грунтовых вод, ущерб от загрязнения литосферы продуктами нефтепереработки колоссален. Его негатив-

ное влияние особо остро сказывается на растительных организмах и других живых существах, чья жизнедеятельность связана с почвой.

Таким образом, проблема отрицательного воздействия процессов переработки нефти на экологию планеты становится с каждым днем все более актуальной. Влияние это многогранно: загрязнению подвергаются все оболочки Земли – атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера. Решение этой проблемы возможно. Человечество уже достигло того уровня развития и научно-технического прогресса, который позволит сделать переработку нефти безопасной для окружающей среды.

### **Загрязнения ОС при транспортировке нефти и газа**

Большое количество проблем возникает при транспортировке и переработке нефти. До недавнего времени считалось допустимым, что до 5 % от добытой нефти теряется при ее хранении и перевозке. Учитывая общие объемы добычи, можно представить масштабы поступления в окружающую среду, не считая разных катастроф с танкерами или нефтепроводами.

#### Способы транспортировки нефтепродуктов:

- железнодорожный - как правило, в вагонах-цистернах;
- водный (морской и речной) - сырая нефть и разные нефтепродукты перевозятся в наливных судах самоходного (танкеры) и несамоходного типа (лихтеры, баржи);
- трубопроводный;
- автомобильный - нефтепродукты перевозятся в автоцистернах, а также в мелкой таре;
- самолетами и вертолетами.

#### Причины возникновения негативных экологических последствий:

- \* севшие на мель танкеры, что зачастую сопровождается вытеканием нефти в акватории;
- \* железнодорожные аварии, в результате которых происходят пожары, возгорания опрокинувшихся цистерн;
- \* аварии на трубопроводах.

#### Неисправности в системе транспортировки нефтепродуктов вызывают загрязнения:

1. *Мирового океана* - по тем или иным причинам в него сбрасывается от 2 до 10 млн. т нефти. Аэрофотосъемкой со спутников зафиксировано, что уже почти 30% поверхности океана покрыто нефтяной пленкой.

2. *Грунтов* - при утечке или повреждении нефтепроводов попавшая в грунт нефть опускается вертикально вниз под влиянием силы тяжести; одновременно происходит ее распространение вширь, проникновение в поры между частицами грунта, что приводит к:

- ↪ значительным изменениям физико-химических свойств почв;
- ↪ разрушению почвенных структур и почвенных частиц;
- ↪ снижению водопроницаемости почв;
- ↪ резкому возрастанию соотношения между углеродом и азотом за счет углерода нефти;
- ↪ ухудшению азотного режима почв;
- ↪ нарушению корневого питания растений;
- ↪ негативному воздействию на человека через пищевые цепи.

3. *Акваторий* - главным образом при транспортировке нефтепродуктов танкерами, нефтеналивными баржами и другими судами.

Прежде балластные воды танкеров сбрасывались в море, что приводило к значительному загрязнению акваторий портов, в которых производилась их загрузка или разгрузка. В настоящее время сброс балластных вод в море запрещен. С 1980 г. вступила в силу Международная конвенция по предотвращению загрязнения моря нефтью, которая предусматривает полное запрещение слива таких вод и нефтяных остатков из танкеров по всей акватории Мирового океана.

## Лекция № 6

### Охрана природных вод. Нарушение состава и режима подземных вод. Технология очистки сточных вод. Загрязнение окружающей среды при интенсификации добычи нефти.

#### Рациональное использование и охрана водных ресурсов.

##### Классификация водных ресурсов.

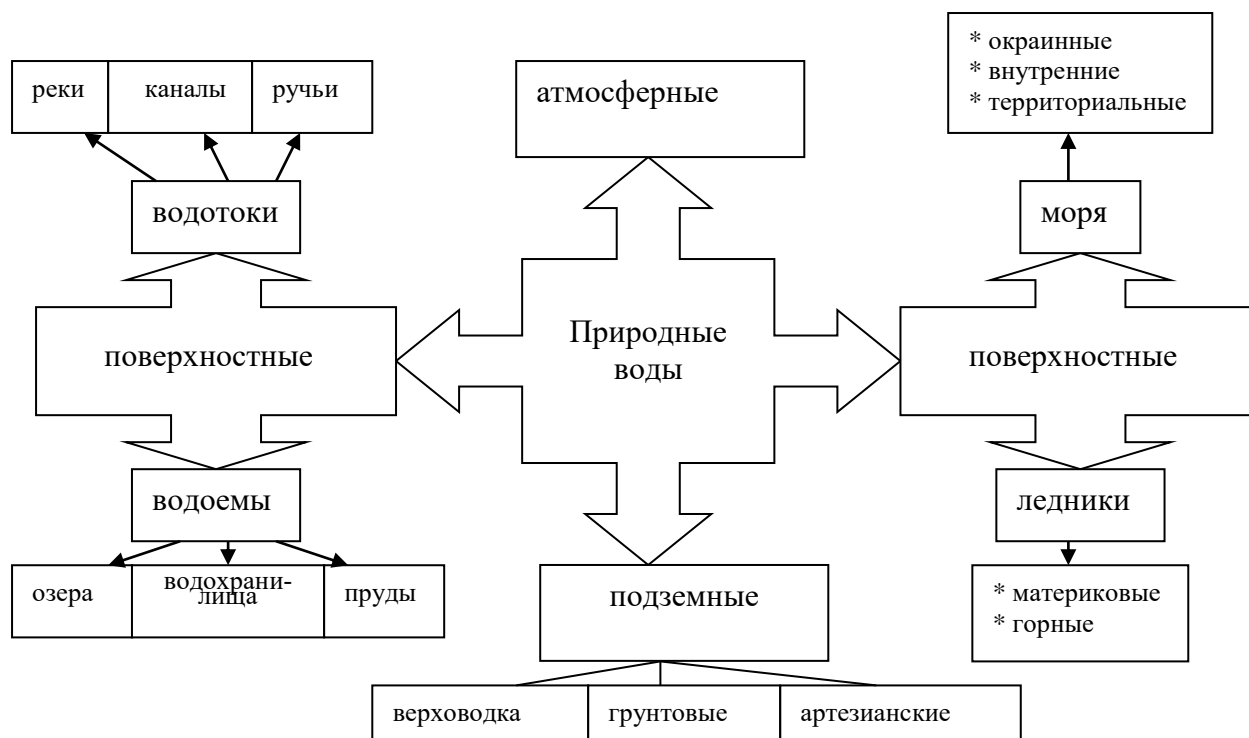


Рисунок 6.1 – Классификация природных вод

Цикл использования воды включает в себя следующие последовательные процессы:

1. забор воды;
2. обработка и распределение по потребителям;
3. использование воды на различные нужды;
4. сбор и очистка использованной воды;
5. сброс ее в природные водные объекты;
6. естественная очистка сточных вод в природных водных объектах.

**Сточные воды** – это воды, которые отводятся за пределы производственных помещений, горных выработок, промышленных площадок предприятий, городов и поселков после использования их для производственных или бытовых нужд. В результате в большинстве случаев они загрязняются твердыми, жидкими и газообразными веществами и микроорганизмами; изменяются их физические, химические и биологические свойства.

#### Показатели и требования по обеспечению качества природных и сточных вод

Качество природных и сточных вод определяется их составом и свойствами. Состав вод характеризуется перечнем и концентрацией содержащихся в них веществ. Нормы качества воды устанавливаются в зависимости от вида водопользования (общий и специальный).

В настоящее время все *вредные вещества* разделены по их действию на *три группы*:

1. вещества, характеризующиеся санитарно-токсикологическими показателями вредности (свинец, мышьяк, ртуть, фтор и др.);
2. вещества, влияющие на санитарный режим водоема;
3. вещества, влияющие на органолептические показатели водоема (запах, прозрачность, цвет).

Показатели качества природных и сточных вод подразделяются на следующие группы: органолептические, физические, химические и бактериологические (табл.6.1). Часто физические и химические показатели объединяются в одну группу.

Таблица 6.1

#### ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Органолептические	Физические	Химические	Бактериологические
• запах	• температура	• активная реакция (рН)	• коли-индекс
• вкус	• мутность	• окисляемость	• коли-титр
• цветность	• концентрация	• растворимость газов	• патогенные микроорганизмы
• прозрачность или мутность	• цветность	• сухой и прокаленный остатки	
• окраска		• жесткость	
• температура		• щелочность	
		• кислотность	
		• агрессивность	
		• наличие микроэлементов, солей	

Ряд веществ, таких, как нефтепродукты, сероводород и другие, обнаруживаются органолептически при более низких концентрациях, чем те, которые опасны для здоровья. *При исследованиях сточных вод органолептический анализ не применяется.*

*Растворенный кислород* определяет степень чистоты воды: чем меньше содержание кислорода в ней, тем выше ее загрязненность органическими продуктами. Кроме того, содержание кислорода оказывает решающее влияние на процессы самоочищения загрязненных вод в реках и озерах.

Количество кислорода (в мг/л), необходимое для химического окисления содержащихся в воде органических веществ, называется **химическое потребление кислорода (ХПК)**. Величина ХПК — косвенный показатель содержания органических веществ в воде.

Вторым косвенным показателем загрязнения воды органическими веществами является **БПК — биохимическая потребность в кислороде**. Это количество кислорода (в мг/л), необходимое на аэробное биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в воде, за определенный отрезок времени (за 1, 2, 5, 20 сут). Чистая вода считается при ХПК — 20 мг О<sub>2</sub>/л; БПК — 2 мг О<sub>2</sub>/л.

К показателям загрязнения воды относится также содержание азотсодержащих веществ в органической, аммонитной, нитритной и нитратной формах, при превышении которого происходит усиление роста водорослей в природных водных объектах.

Качество воды регламентируется предельно допустимыми концентрациями и (**ПДК**) вредных веществ, величина которых устанавливается в зависимости от категории и назначения водного объекта.

**ПДК** — это такая концентрация химического вещества (соединения), которая при ежедневном воздействии на организм человека в течение длительного времени не вызывает каких-либо патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых современными методами, а также не нарушает биологического оптимума для человека (например, появление неприятных запахов или других нежелательных органолептических характеристик воды или воздуха).

В составе воды водоемов и водотоков лимитируется содержание токсичных веществ. Предельно допустимые концентрации вредных веществ устанавливаются отдельно для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового и для рыбохозяйственного водопользования. В табл. 6.2 приведены ПДК для некоторых ингредиентов.

Таблица 6.2

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ, МГ/Л**

Ингредиент	Для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования	Для рыбохозяйственных целей
Аммиак	2,0	0,05
Ацетон	0,05	—
Бензол	0,5	0,5
Барий	4,0	-
Бром	0,2	—
Кадмий	0,01	0,005
Кобальт	0,1	0,01
Масло солярное	—	0,01
Мышьяк	0,05	0,05
Никель	0,1	0,01
Свинец	0,1	0,1
Стирол	0,1	0,1
Цианиды	0,1	0,05
Цинк	1,0	0,01
<i>Флотреагенты</i>		
ОП-7	0,4	0,3
ОП-10	1,5	0,5
Фенол	0,001	0,001
Фтор	1,5	0,05

Нормирование выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую природную среду производится путем установления *предельно-допустимых сбросов веществ со сточными водами в водные объекты (ПДС)*.

**ПДС** — это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливаются с учетом ПДК в местах водопользования.

ПДС является основой для планирования мероприятий и проведения экологической экспертизы по предотвращению загрязнения гидросферы.

**Общие требования к охране поверхностных и подземных вод  
от загрязнения нефтью и нефтепродуктами**

Обустройство и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений сопровождаются неизбежным воздействием на гидросферу.

Способы и методы предотвращения загрязнений гидросферы нефтепродуктами:

- ↪ исключить возможность утечки нефти до конца срока службы конструкций и оборудования для транспортирования и хранения;
- ↪ оборудование сооружений и средств для транспортирования и хранения нефти контрольно-измерительной аппаратурой для обнаружения наступившей утечки нефти;
- ↪ сооружение нефтеулавливающих устройств и приспособлений для локализации и сбора разлившейся нефти в местах возможного её попадания в водные объекты;
- ↪ места возможного попадания нефти в водные объекты должны быть оборудованы средствами для информации аварийной службы и всех заинтересованных водопользователей;

- ↪ своевременная ликвидация утечки нефти, а также наступившего загрязнения поверхностных и подземных вод;
- ↪ предотвращение дальнейшего распространения загрязнения подземных вод при попадании в них нефтепродуктов (откачка загрязненных подземных вод, перекрытие подземного потока);
- ↪ разлившуюся нефть следует собрать, вывезти и утилизировать с соблюдением мер, обеспечивающих предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод;
- ↪ не допускается хранение нефти в нефтехранилищах на территории внутреннего пояса зон санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в прибрежных водоохраных зонах.

Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами при транспортировании по трубопроводу:

- ↪ трубопровод должен иметь антикоррозионную и электрохимическую защиту;
- ↪ трасса трубопровода должна проходить ниже по течению водотока от мостов, пристаней, водозаборных устройств и других сооружений;
- ↪ при расположении трубопровода вдоль береговой линии следует предусматривать специальные мероприятия (устройство каналов, перемычек) с целью исключения загрязнения водных объектов при утечке нефти;
- ↪ в районах шахтных разработок переходы трубопровода через водотоки и овраги должны проектироваться надземными;
- ↪ трубопровод и его основание вблизи водных объектов должны рассчитываться с учетом сейсмических условий района;
- ↪ трубопровод на участках, подверженных оползневым явлениям, должен располагаться ниже поверхности скольжения с учетом возможного смещения грунта;
- ↪ вдоль трубопровода должна быть установлена собственная зона охраны в каждую сторону от оси трубопровода;
- ↪ при пересечении водотоков трубопровод следует заглубить ниже дна русла с учетом возможных деформаций русла и дноуглубительных работ в перспективе;
- ↪ на трубопроводе необходимо предусматривать установку оборудования для гашения гидравлических ударов и компенсации температурного расширения;
- ↪ в местах пересечения водотоков и водоемов при проходке их дюкерами должны быть предусмотрены устройства для откачки из трубопровода нефти при авариях;
- ↪ в месте пересечения с водопроводом трубопровод должен быть проложен ниже водопровода, на безопасном расстоянии между пересекающимися трубопроводами;
- ↪ обеспечение возможности контроля за утечкой нефти на любом участке трубопровода;
- ↪ при окончательном выводе трубопровода из эксплуатации в нём не должны оставаться остатки нефти.

Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше:

- ↪ проекты разведки, разработки и обустройства нефтяных и газовых месторождений, а также проекты строительства скважин на нефть и газ должны содержать раздел "Охрана окружающей среды";
- ↪ сточные воды после соответствующей очистки и обработки следует использовать повторно (закачивать в скважину для поддержания пластового давления на нефтяных месторождениях или направлять в систему оборотного водоснабжения);
- ↪ при невозможности повторного использования сточных вод допускается сброс их в водные объекты после очистки на очистных сооружениях с соблюдением установленных предельно допустимых сбросов или захоронение в глубоководных горизонтах;
- ↪ при наличии в разрезе скважины проницаемых горизонтов, содержащих пресные воды, которые могут быть использованы как источник хозяйственно-питьевого водоснабжения, хи-



- мические реагенты, применяемые для приготовления бурового раствора, должны быть согласованы с Министерством здравоохранения;
- ↪ взрывные работы на водных объектах высшей и первой категории рыбохозяйственного использования не допускаются;
  - ↪ размещение скважин в прибрежных водоохраных зонах, в запретных полосах лесов вдоль водных объектов других категорий должно быть согласовано в установленном порядке.
  - ↪ скважины на воду должны быть ликвидированы после окончания буровых работ или переданы на баланс местных организаций (предприятий) в установленном порядке;
  - ↪ места размещения емкостей для хранения ГСМ, бурового раствора, сбора производственных и бытовых отходов, сточных вод и шлама должны быть обвалованы и гидроизолированы до начала буровых работ;
  - ↪ размещение оборудования, механизмов и емкостей для сбора производственных и бытовых отходов, сточных вод, бурового раствора и шлама на платформах и площадках выше максимального уровня подъема паводковых вод в заболоченных и периодически затопляемых местностях;
  - ↪ хранение бурового раствора осуществляют в емкостях, исключающих его утечку;
  - ↪ дозировку химических реагентов производят только в специально оборудованных местах, исключающих попадание их в почву и водные объекты;
  - ↪ на месторождениях, содержащих пласты с агрессивными средами (сероводород, углекислый газ, растворы солей и т. п.), должны применяться обсадные трубы в антикоррозионном исполнении;
  - ↪ при испытании скважин, отремонтированных участков трубопроводов, а также при испытании и эксплуатации аппаратов очистки и осушки газа, конденсат и продукты отложения должны собираться в закрытые емкости;
  - ↪ в системах сбора и подготовки нефти, газа и воды следует применять блочные установки.

### Технология очистки сточных вод

Основная цель водоохраных мероприятий на предприятиях нефтегазокомплекса — минимизация вредного воздействия на водную среду путем эффективной очистки бытовых и производственных сточных вод.

Водоочистные сооружения включают сбор, очистку сточных вод, контроль качества очистки и сброс очищенных вод в поверхностные источники или повторное использование в оборотном цикле.

Еще раз отметим: циркуляция воды позволяет уменьшить количество воды, забираемой из внешнего источника; свести к минимуму объемы сбрасываемых стоков, то есть организовать экологически более совершенную систему.

Выбор метода очистки зависит от типа загрязняющих веществ (табл. 6.3).

Таблица 6.3

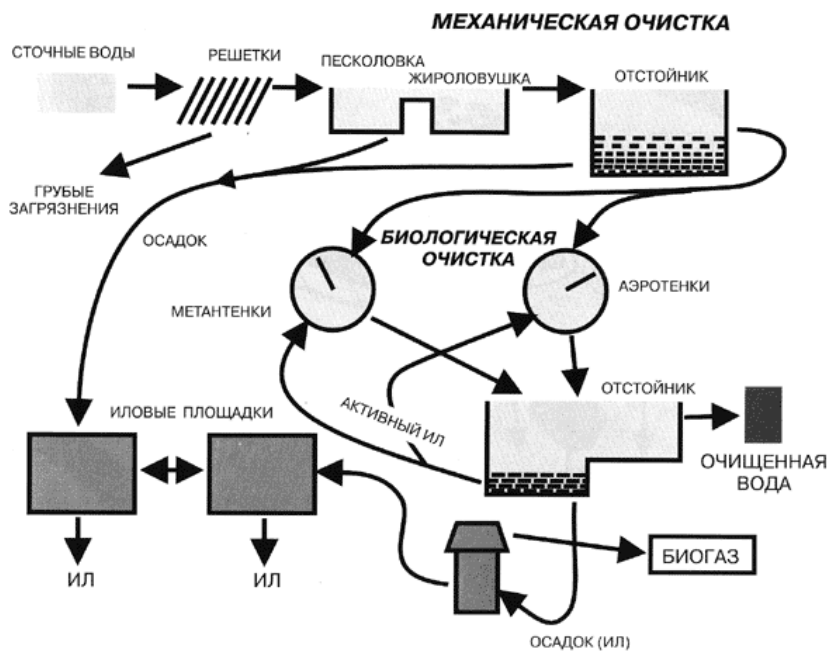
#### МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Методы очистки	Суть метода	Виды очистки	Загрязняющие вещества	Оборудование и реагенты
Механические	выделение нерастворённых минеральных и органических примесей	Отстаивание	Грубодиспергированные примеси с плотностью, отличной от воды	песколовки, буферные резервуары, нефтеловушки, отстойники или пруды; нефте-, смоло- и маслоуловители
		Разделение в поле центробежных сил	Суспензии, тяжёлые примеси	Гидроциклоны центрифуги
		Фильтрация	Суспендированные частицы после других видов очистки	Зернистые фильтры Сетчатые фильтры Микрофильтры <u>Электро-магнитные фильтры</u>
Физико-	изменение	Коагуляция	Те же	Специальные смесите-

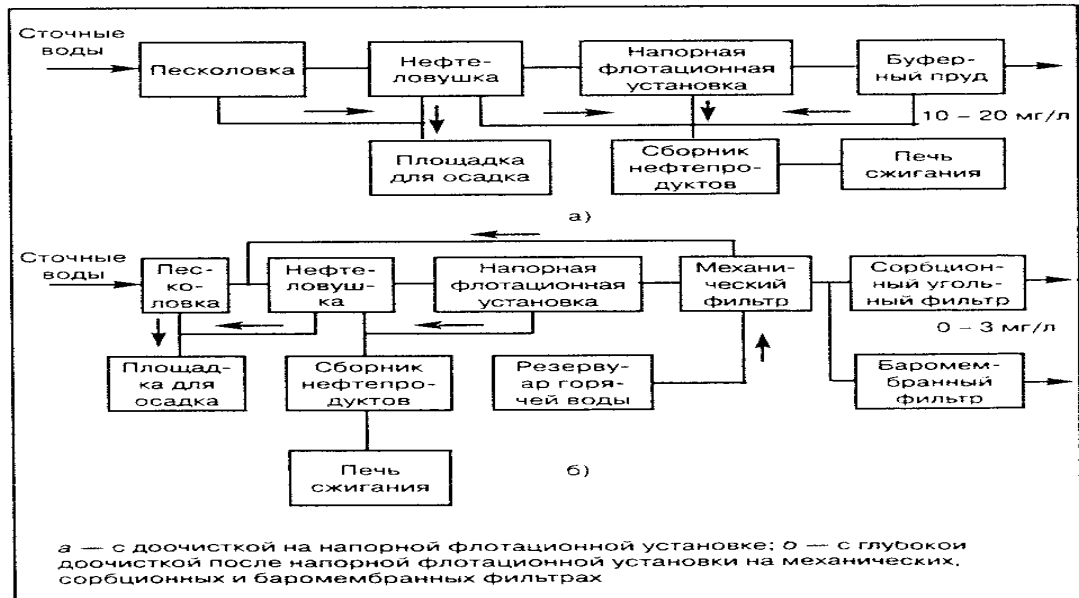
химические	физического состояния загрязнений	(слипание или укрупнение взвешенных частиц с помощью коагулянтов)		ли (1-2мин), камеры хлопьеобразования; соли алюминия, железа, магния, известь, шламовые отходы
		Флокуляция (увеличение размеров частиц при добавлении флокулянтов — органических природных и синтетических высокомолекулярных веществ)	Органические примеси твёрдые включения, смазочно-охлаждающие жидкости	Специальные смесители (1-2мин), камеры хлопьеобразования; ПАА, белки, полиэтиленамин
		Флотация (прилипание загрязненных веществ к поверхности раздела двух фаз, например, воздуха и воды, образование комплексов и их удаление)	ПАВ, нефть, нефтепродукты, масла, волокнистые и хлопьевидные материалы	Вакуумные, эрлифтные, напорные и безнапорные, пневматические флотационные камеры (20 мин)
		Экстракция (извлечение органических веществ, представляющих техническую ценность)	Фенолы, жирные кислоты	Экстрагенты (бензол, бутилацетат, ацетон, толуол); Экстрактор (колонка с насадкой)
		Эвапорация (отгонка загрязнений водяным паром)	Фенолы, крезолы, нафтолы	Дистилляционные колонны
		Сорбция (поглощение вредных веществ из сточных вод твердым телом или жидкостью)	Неорганические и органические соединения (нефтепродукты)	Сорбенты (зола, коксовая мелочь, торф, активные глины, активированные угли различных марок, доломит, известняк, тальк, кварц)
		Химические	использование реагентов, вступающих в реакцию с загрязняющими веществами, в результате образуются новые вещества, удаляемые из сточных вод легче, чем исходные	Нейтрализация (химическая реакция между веществами с кислотными свойствами и щелочными)
Окисление (реакция соединения какого-либо вещества с кислородом)	Токсичные примеси, цианиды, сероводород, сульфиды (НПЗ)			Окислители (хлор, гипохлорит кальция, хлорная известь, диоксид хлора, озон, технический кислород, оксиды марганца, перманганат); окислительная колонна
Биотехнологические	использование природных биологических штаммов и микроорганизмов	Биоинженерные методы (использование гидробионтов)	Медь, цинк, железо, ванадий, нефтепродукты,	Макрофиты (тростник, камыш)
		Биологические (основаны на спо-	Нефтепродукты, органические соединения	Активный ил; метантенки; аэротенки,

	низмов	способности микроорганизмов использовать для питания находящиеся в сточных водах органические вещества)		аэрофилтраты, биопруды
Обеззараживание	Ликвидация бактериологической загрязнённости	Хлорирование	Патогенные бактерии и микроорганизмы	Жидкий хлор, гипохлорит натрия
		Озонирование		Озон, озонаторы

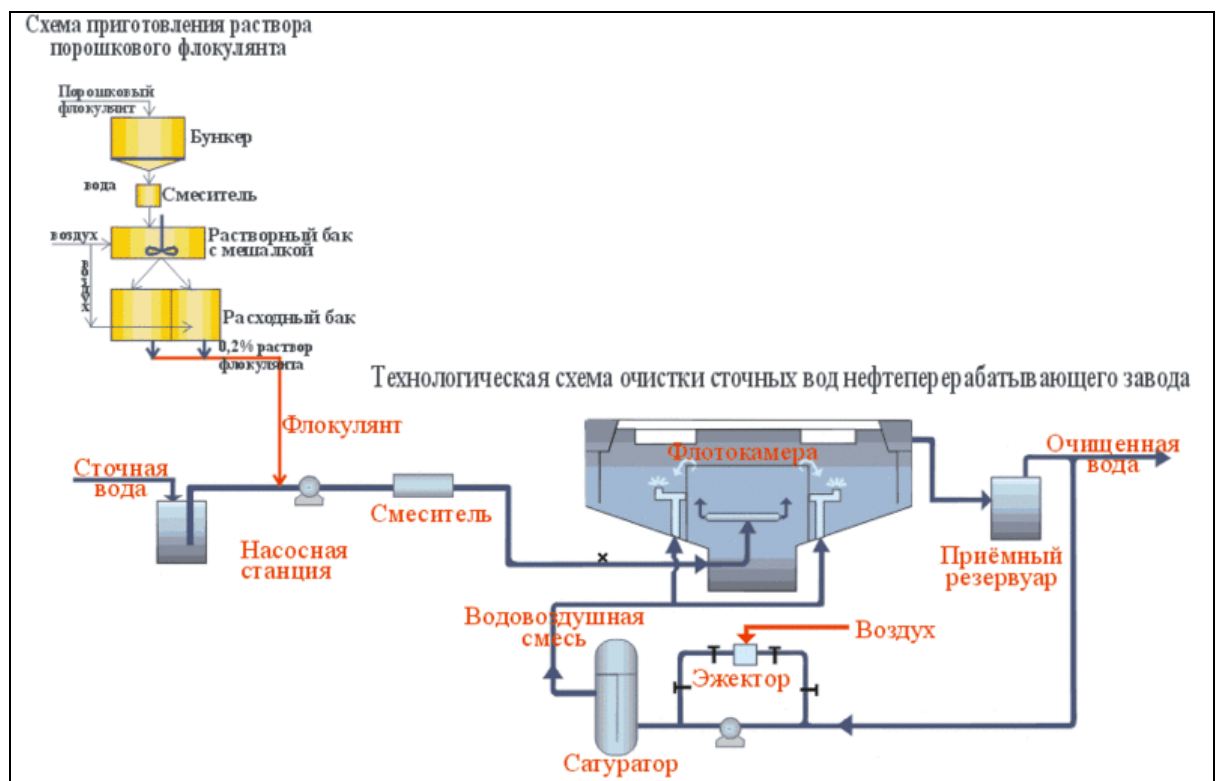
В общем случае технология очистки сточных вод включает ряд процессов, взаимосвязь между которыми может быть представлена схемами на рис. 6.1. Но в каждом отдельном случае некоторые из указанных процессов могут быть исключены или объединены друг с другом в зависимости от состава и свойств сточных вод, требования к их очистке и других факторов. Все это обуславливает большое разнообразие применяемых на практике технологических схем.



а) Применение механической и биологической очистки



б) Применение механической и физико-химической очистки;



в) применение флотационной установки

Рисунок 6.2 – Технологические схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов (различные варианты)

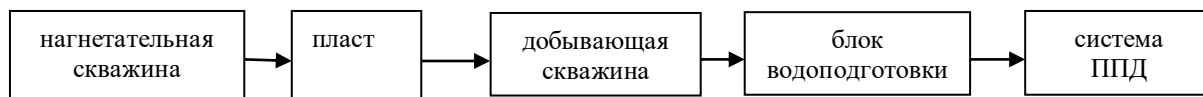
## ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОС ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ.

При интенсификации добычи нефти (для поддержания пластового давления) основными источниками загрязнения на нефтепромыслах являются:

- эксплуатационные и нагнетательные скважины,
- кустовые насосные станции.

Сегодня большое внимание уделяется повышению нефтеотдачи коллекторов. Основным методом интенсификации является *заводнение*. При поддержании пластового давления (ППД) возрастают темпы отбора УВ и сокращаются сроки разработки месторождения; решается вопрос оборотного водоснабжения в процессе добычи нефти.

Наиболее рационально с экологических позиций применение промышленных сточных вод, позволяющее осуществить замкнутый цикл оборотного водоснабжения по схеме:



Использование сточных вод с целью ППД способствует:

- ✓ уменьшению капитальных затрат на строительство водозаборных сооружений;
- ✓ сокращению расходов на бурение поглощающих скважин;
- ✓ утилизации всех нефтепромысловых вод с целью охраны окружающей среды;

В результате достигается не только экологический, но и экономический эффект.

Причины загрязнения окружающей среды при интенсификации добычи нефти:

- аварии на трубопроводах,
- нарушения технологической дисциплины,
- не соблюдение и нарушение правил охраны окружающей среды.
- утечка воды через обсадные колонны эксплуатационных и нагнетательных скважин.
- просадка цемента или некачественное цементирование пространства обсадных колонн.

Правила охраны ОС:

- ↪ при наличии опасности межпластовых перетоков нефти, газа и воды не допускается проведение мероприятий по интенсификации добычи нефти и газа;
- ↪ транспортирование вспомогательных материалов и нагнетаемых в нефтяной пласт растворов должно производиться в закрытой таре или емкостях, исключающих их утечку;
- ↪ обязательное применение различных методов очистки воды, закачиваемой в пласт.

На большинстве нефтяных месторождений способы очистки и утилизации сточных вод на промыслах предусматривают выделение основной массы нефтепродуктов и твердых примесей, содержащихся в сточных водах, в резервуарах-отстойниках.

В зависимости от свойств сточных вод основными способами очистки служат следующие:

- механический,
- химический,
- физико-химический,
- биохимический (последний, к сожалению, практически не используется).

Нефтепромысловые сточные воды могут оказать отрицательное влияние на состояние водоснабжения населения. Частые аварийные порывы водоводов сточных вод цехов ППД, подготовки и перекачки нефти в местах водопользования населения привели к попаданию стоков в подземные воды и резко ухудшили состав воды в колодцах и родниках населенных пунктов.

## Лекция № 7

### Экологическое моделирование, картографирование и районирование

**Экологическое картографирование** — наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке.

Цель экологического картографирования - анализ экологической обстановки и ее динамики, т.е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем.

Экологическое картографирование традиционно в наибольшей степени ориентировано на обеспечение государственных, региональных и местных программ и проектов природоохранной направленности. Между тем любая природоохранная деятельность осуществляется в рамках конкретных территорий. Поэтому планирование, реализация и контроль результатов природоохранных мероприятий требуют объективных данных об экологической обстановке и ее динамике в разных частях территории, что невозможно без использования картографической формы представления информации.

Основная задача **карты техногенной нагрузки** - отображение на ней особенностей использования территории в зависимости от технологии существующих производств, систем сброса, отходов и др.

В зависимости от территориальной организации природного комплекса, масштабов и специфики техногенного воздействия на таких картах и в легенде изображаются:

- ✓ крупные природно-техногенные комплексы;
- ✓ территории с концентрацией однотипной хозяйственной деятельности;
- ✓ площадные техногенные источники;
- ✓ локальные объекты хозяйственной деятельности, (промышленные, сельскохозяйственные, горнотехнические, гидротехнические и водохозяйственные);
- ✓ точечные объекты хозяйственной деятельности.

#### Классификации экологических карт:

1. По научно-прикладной направленности:

- ↵ *инвентаризационные* - нацеленные на учет и описательные характеристики природных объектов;
- ↵ *оценочные* - характеризующие соответствие состояний и условий природной среды каким-либо критериям и/или нормативам;
- ↵ *прогнозные* - отображающие предполагаемые и/или недоступные для непосредственного изучения природные объекты и их свойства;
- ↵ *рекомендательные* - направленные на оптимизацию и гармонизацию отношений в природной среде, предотвращение или смягчение неблагоприятных явлений и их последствий.

2. По уровню изображаемой информации (по территориальному охвату):

- ↵ национальные;
- ↵ региональные;
- ↵ локальные;
- ↵ объектные.

3. По назначению:

- ↵ карты для научно-исследовательских работ природоохранной направленности (с наименьшими подразделениями сообразно структуре научных дисциплин об окружающей среде и ее охране);
- ↵ карты для практической природоохранной деятельности (в том числе инвентаризационно-оценочные, прогнозные, рекомендательные, контрольные);
- ↵ карты для экологического просвещения, образования и воспитания.

4. По масштабу;
5. По широте темы (общие и частные, аналитические и синтетические);
6. По источникам исходной информации:

- ↔ дистанционное зондирование;
- ↔ статистические данные и их обработка;
- ↔ полевое картографирование и мониторинг;
- ↔ изучение состояния биоиндикаторов;
- ↔ обобщение материалов из разных источников.

В целом, сущность эколого-геологической карты сводится к следующему:

- фиксирование природной обстановки (общегеологические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические и другие закономерности),
- отражение характера техногенного воздействия,
- косвенное указание на способы профилактики и возможные последствия хозяйственной деятельности.

Естественно, что назначение и содержание всех этих карт определяется масштабом картирования и объектом экогеологического анализа.

**Экологическое моделирование** — это изучение экологических закономерностей с помощью лабораторных, натуральных или математических моделей и последующее прогнозирование негативных последствий согласно конкретным данным, а не абстрактным рассуждениям.

**Модель** – это имитация того или иного явления реального мира, позволяющая делать прогнозы.

Цель моделирования - получение предварительного объяснения и предсказания поведения экосистем в условиях, когда теоретический уровень исследований в тенденциях развития природной среды оказывается недостаточно точным или вероятностно неопределенным.

Комплект эколого-геологических моделей может включать:

- ✓ карту распаханности территории с выделением в ее пределах орошаемых площадей;
- ✓ схему капитальных вложений, предусмотренных на охрану и рациональное использование природных ресурсов;
- ✓ карту загрязнения окружающей среды выбросами в атмосферу;
- ✓ карту загрязнения поверхностных вод сточными водами;
- ✓ карту общей эколого-географической ситуации.

Пример экологического моделирования – это освоение добычи в Украине и других странах сланцевого газа.

**Экологическое районирование территории** — целенаправленное выявление в пространстве объективно существующих территориальных элементов, обладающих общими, отличительными от других территорий критериальными признаками экологического содержания, их картографирование и описание.

Цель его — систематизация данных об экологических условиях территорий, оценка их сложности и неоднородности.

При районировании изучаемой территории выделяются районы условно чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, сильно загрязненные, чрезвычайно загрязненные, экологического бедствия и экологической катастрофы.

## Лекция № 8

### Охрана недр и геологической среды. Охрана земельных ресурсов.

#### Рекультивация земель

Нефтяная промышленность является одним из ведущих потребителей земельного фонда, так как разведка, добыча, промысловая подготовка и транспортировка углеводородного сырья требуют размещения многочисленных нефтепромысловых объектов: скважин, кустовых насосных станций, нефтесборных пунктов, технологических установок, магистральных трубопроводов. На нефтяную промышленность приходится более 20% земель, которые ежегодно выводятся из сельскохозяйственного оборота.

Таблица 8.1

#### ТЕХНОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ ГС, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДОБЫЧИ УВ

Процессы	Техногенные нарушения
Освоение нефтегазоносных площадей	<ul style="list-style-type: none"><li>● механическое нарушение почвенно-растительного покрова</li><li>● загрязнение его нефтью и нефтепродуктами</li></ul>
Интенсивная разведка и многолетняя эксплуатация нефтяных месторождений	<ul style="list-style-type: none"><li>● деформации земной коры</li><li>● вертикальные и горизонтальные смещения горных пород</li><li>● изменение коллекторских свойств вмещающих пород</li></ul>
Проседания почвы	<ul style="list-style-type: none"><li>● заболачивание и подтопление территории</li><li>● искривление стволов скважин</li><li>● деформация обсадных колонн</li><li>● разрушение объектов промышленного обустройства</li></ul>
Разработка месторождений, характеризующихся аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД)	<ul style="list-style-type: none"><li>● резкое снижение пластового давления, что определяет деформацию поверхности на значительных площадях.</li></ul>
При буровых работах проводится отвод земель площадью от 0,5 до 3,5 га на одну скважину	<ul style="list-style-type: none"><li>● потери продуктивных земель</li></ul>

Интенсивность техногенного нарушения зависит от:

- ✓ местоположения скважины;
- ✓ времени проведения буровых работ;
- ✓ схемы размещения технических и хозяйственно-бытовых сооружений;
- ✓ возможности развития эрозионных процессов;
- ✓ масштаба использования гусеничной техники.

*Минимальные нарушения* фиксируются на площадях, расположенных **в замкнутых понижениях (котловинах)**, а *максимальные* — характерны для буровых, размещенных **на берегах рек или вершинах холмов**.

Для предотвращения и устранения последствий негативного воздействия техногенных факторов на почвенно-растительный покров применяются мероприятия, которые подразделяются применительно к поисково-разведочным работам и добыче нефти на промыслах (таблица 8.2)

Такое разграничение, как показано в табл. 8.2, довольно условно, так как бурение скважин, строительство транспортных коммуникаций и рекультивация земель характерны для всего цикла геолого-разведочных и эксплуатационных работ. Использование автомобильного и гусеничного транспорта, строительство промышленных объектов и магистральных



трубопроводов приводит к нарушению физико-механических, химических и биологических свойств почв, грунтов и в целом рельефа осваиваемых площадей.

Таблица 8.2

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ  
ПРИ РАЗВЕДКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Техногенные воздействия	Мероприятия по защите земель
1. Поисково-разведочные работы	✓ Регламентирование путей передвижения транспортных средств
	✓ Внедрение новых способов перемещения буровых вышек
	✓ Применение оборотного водоснабжения при проходке скважин
	✓ Улучшение техники и технологии очистки сточных вод
	✓ Складирование и захоронение отходов бурения
2. Эксплуатация нефтяных месторождений	✓ Увеличение коэффициента застройки нефтепромысловых площадей
	✓ Прокладка трубопроводов на опорах и насыпных основаниях
	✓ Бурение скважин кустовым методом
	✓ Применение однетрубной системы сбора и транспорта нефти, газа и пластовой воды
	✓ Проведение рекультивационных работ

Важным направлением при охране земель является **бурение скважин кустовым методом**. Достоинствами этого метода, которые благоприятно влияют на состояние окружающей среды, являются:

- ✓ снижение удельных капитальных вложений на каждую скважину;
- ✓ сокращение нормы земельного отвода;
- ✓ уменьшение протяженности коммуникаций;
- ✓ ограничение циркуляции пластовых вод при их сборе в систему ППД.

В соответствии с требованиями природоохранного законодательства все земли, нарушенные в результате добычи и переработке УВ, подлежат восстановлению, или *рекультивации*.

**Рекультивация** – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Основные направления рекультивации:

- ↪ *сельскохозяйственное* – создание на нарушенных землях с/х угодий (пашни, пастбища, садовые насаждения и т.д.);
- ↪ *лесохозяйственное* – создание лесонасаждений различного типа;
- ↪ *рыбохозяйственное* – создание в понижениях техногенного рельефа водоёмов различного насаждения;
- ↪ *рекреационное* - создание объектов отдыха (парки, лесопарки, зоны отдыха и спорта, охотничьи угодья, туристические базы, спортивные сооружения);
- ↪ *природоохранное* и санитарно-гигиеническое – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на ОС, рекультива-

ция которых для использования в народном хозяйстве экономически не эффективна или преждевременна;

↪ *строительное* – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства, размещение отвалов отходов производства, строительного мусора.

Наиболее эффективно одновременное использование нескольких направлений рекультивации и создание на рекультивируемых участках многопрофильных хозяйств.

Для оценки эффективности восстановления земель используется *коэффициент рекультивации*, отражающий отношение рекультивируемых земель к общему количеству изъятых из оборота площадей. Для районов Украины, Прибалтики, Молдавии и Закавказья его величина достаточно высока и находится в пределах **0,6 – 0,9**. Наиболее низкие значения этого коэффициента (0,2 – 0,3) отмечаются при разведке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Этапы рекультивации:

1. **Технический** – подготовка нарушенных земель для последующего целевого использования в народном хозяйстве:

- очистка территории;
- планировка нарушенных участков;
- механическая обработка почвы для искусственной аэрации ее верхних горизонтов и ускоренного выветривания загрязнителя;
- нанесение плодородного слоя почв;
- строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений.

Работы этого этапа выполняются горными предприятиями или подрядными специализированными организациями.

3. **Биологический** – восстановление плодородия (продуктивности) земель:

- *гелиотермическая мелиорация* (глубокая вспашка и оставить для перегара) - усиливаются процессы деградации нефтепродуктов, улучшается водовоздушный режим и повышается биохимическая активность почв;
- *известкование* (кислые почвы) - с целью создания оптимальных условий для жизнедеятельности бактериальных микроорганизмов, способных ассимилировать углеводороды;
- *гипсование совместно с искусственным увлажнением* - для восстановления качества дерново-подзолистых почв, которые в результате нефтяного загрязнения трансформировались в техногенные солончаки.

При выполнении работ по биологической рекультивации выделяются три группы пород (см. табл. 8.2), от которых зависят те или иные мелиоративные или технологические мероприятия, обеспечивающие наилучший эффект с наименьшими затратами.

**Восстановление нарушенных земель, как правило, производится в процессе ведения основных работ, а при невозможности этого – не позднее, чем в течении года после их завершения.**

Рекультивация нарушенных земель, представленных малопригодными и не пригодными для биологической рекультивации породами, имеет значительные трудности. Поэтому при формировании отвалов из таких пород должен соблюдаться следующий порядок их размещения:

Потенциально плодородные и плодородные
Малопригодные породы
Непригодные породы (нижний слой)

## ГРУППЫ ПОРОД, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ОБЪЕКТАХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Группы пород	Виды пород	Физические свойства и химический состав
Пригодные	- плодородные (плодородный слой почвы, гумусовые горизонты различных типов почв)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>5,5 \leq \text{pH} \leq 8,2</math></li> <li>• 0,2% токсичных солей в водной вытяжке</li> </ul>
	- потенциально-плодородные (почвообразующие и др. не-связанные породы)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>5,5 \leq \text{pH} \leq 8,4</math></li> <li>• Незасоленные,</li> <li>• суспенчатые,</li> <li>• суглинистые</li> </ul>
Малопригодные		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>3,5 \leq \text{pH} \leq 5,5</math></li> <li>• Пески рыхлые</li> <li>• связанные породы</li> <li>• 75% физической глины</li> <li>• бесструктурные, подверженные водной и ветровой эрозии</li> <li>• кислые, средnezасоленные</li> </ul>
Не пригодные	По физическим свойствам:	
	– скальные, полускальные магматические, метаморфические	Коэффициент крепости >3-4 по шкале М.М. Протодыконова
	По химическому составу:	
	- сульфидосодержащие	• $\text{pH} \leq 3,5$ сильно кислые
	- сильнощелочные	• $\text{pH} > 9$
- сильнозасоленные	Сухой остаток >0,8% Порог токсичности: $\text{CO}_3 > 0,05 \text{ мг*экв}$ $\text{HCO}_3 - (\text{Mg и Ca}) - > 0,3 \text{ мг*экв}$ $\text{SO}_4 - (\text{Mg и Ca}) - > 1,7 \text{ мг*экв}$	

*Выбор рациональных направлений рекультивации должен с наибольшим эффектом и наименьшими затратами обеспечивать решение задач рационального и комплексного использования земельных ресурсов и отвечать экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям с учётом интересов настоящих и будущих поколений.*

## Лекция № 9

### Экологический мониторинг объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры

**Мониторинг** – это единая система долгосрочных наблюдений и исследований, оценки, контроля и прогноза состояния и изменения объектов окружающей природной среды, находящихся под антропогенным влиянием.

**Мониторинг нефтяного загрязнения** — это отдельный раздел системы управления качеством окружающей среды, включающий сбор и накопление информации о фактических параметрах основных компонентов окружающей среды и составление прогноза изменения их качества во времени.

Основные цели в процессе разработки нефтяного месторождения:

- ↗ наблюдение и оценка состояния ОС (почв, подземных, пресных и поверхностных вод, растительного и животного мира, атмосферы);
- ↗ регистрация соблюдения норм природопользования на определённый момент времени;
- ↗ изучение механизмов распространения загрязняющих веществ;
- ↗ изучение механизма нарушения экосистем и их компонентов.

Актуальной научно-практической задачей является разработка для основных объектов нефтяной и газовой промышленности единой научно обоснованной системы контроля, которая позволяла бы контролировать и выявлять выделение вредных веществ — загрязнителей атмосферного воздуха и других природных объектов, связь количественных показателей выбросов с технологией, метеорологическими параметрами.

Полученные при этом данные должны служить научной основой для:

- ✓ прогнозирования последствий эксплуатации природных ресурсов;
- ✓ прогнозирования вероятности образования опасных концентраций вредных веществ в воздухе, воде и почве;
- ✓ определения размеров загрязнённых участков и опасных зон;
- ✓ выявления пороговых значений нагрузки на экосистемы в единицах доз и продолжительности.

Классификация мониторинга по территориальному принципу (рис.9.1):

1. **Глобальный** – международная организация системы контроля и обоснования решений по предотвращению негативных планетарных процессов.
2. **Государственный** – обеспечение безопасности и качества ОС, разработка стратегии и тактики организации государственной природоохранной службы, гарантирующей получение объективной информации о состоянии ОС на территории одного государства.
3. **Региональный** – часть государственного мониторинга; обеспечивает получение более полной и детальной информации о состоянии ОС конкретного региона и воздействии на ОС техногенного фактора; способен выявить как местные, так и сторонние источники загрязнения, транзитно загрязняющие наблюдаемую территорию.
4. **Локальный** – составная часть регионального и организуется для решения задач исключительно местного масштаба.

Конкретные объекты – месторождение, нефтепромысел.

Режимная сеть включает:

- существующие и специально пробуренные скважины;
- наблюдательные посты за изменением метеоусловий и отбора контрольных проб воздуха для определения загрязняющих компонентов;

– на реках, ключах, изливающихся на поверхность, посты наблюдений и отбора проб за изменением гидрогеологических характеристик поверхностных водоёмов и пресных подземных вод, используемых населением для местного водоснабжения.

По результатам локального мониторинга деятельность предприятий, приводящих к сверхнормативному загрязнению ОС, может быть приостановлена соответствующими компетентными органами до ликвидации аварийной ситуации и её последствий или улучшения технологического процесса, устраняющего возможность загрязнения. В особых случаях предприятие может быть закрыто, перепрофилировано или перенесено в другую местность.

5. **«Точечный»** - постоянное или эпизодическое наблюдение за конкретным объектом, который уже являлся и является источником загрязнения ОС.

Конкретные объекты – скважина, резервуары хранения УВ, нефтегазопровод и т.д.

6. **Фоновый** – анализ результатов всех видов мониторинга.

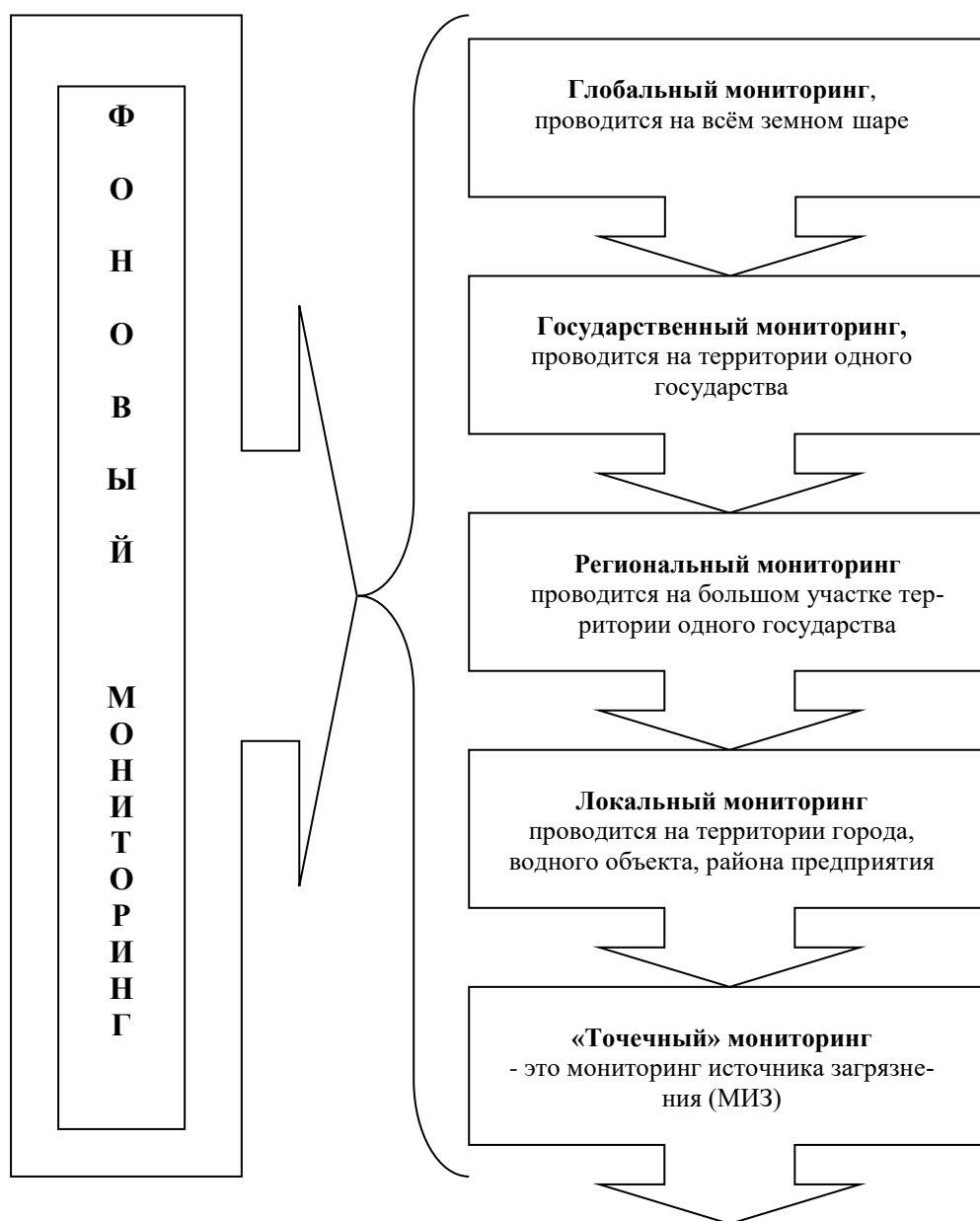


Рисунок 9.1 – Классификация систем мониторинга по территориальному принципу

Фактические данные, накопленные в результате наблюдений, служат основой для прогнозирования техногенных изменений и принятия мер по охране окружающей среды.

В системе мониторинга выделяются три уровня:

**1. Санитарго-токсический мониторинг** - наблюдение за состоянием и качеством ОС с точки зрения влияния её загрязнения на человека, животный и растительный мир.

Он включает в себя:

- ✓ определение загрязнения окружающей среды токсичными веществами;
- ✓ определение наличия и характера воздействия на человека шумов, аллергенов, пыли, неприятных запахов, сажи и пр. на рабочих местах нефтегазового производства.

**2. Экологический мониторинг** - комплексная система наблюдений, оценок и прогнозов изменений в составе экологических систем, биогеоценозов, природных комплексов.

Предусматривает:

- ✓ определение степени влияния разработки нефтяного или газового месторождения на снижение плодородия земли, запасов и качества пресных вод используемых для водоснабжения населения и рыбохозяйственной деятельности;
- ✓ выявление причин снижения запасов минеральных вод и пр.

**3. Биосферный мониторинг** - определение глобально-фоновых изменений в природе:

- ✓ радиация;
- ✓ концентрация углекислоты и озона;
- ✓ температура;
- ✓ запыленность;
- ✓ циркуляция газов между океаном и атмосферой земли;
- ✓ мировые миграции птиц, животных, насекомых;
- ✓ погодно-климатические изменения на планете и др.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВВОДА НОВОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ

Для получения информации о состоянии окружающей среды **до разработки нефтяного месторождения** проводятся инженерно-экологические изыскания, в состав которых входят следующие мероприятия:

- ✓ сбор, обработка и анализ фоновых материалов о состоянии природной среды, поиск объектов-аналогов;
- ✓ экологическое дешифрирование аэрокосмических материалов;
- ✓ маршрутные наблюдения с описанием природной среды и ландшафта в целом;
- ✓ проходка горных выработок;
- ✓ эколого-гидрогелогические наблюдения;
- ✓ почвенные исследования;
- ✓ геоэкологическое опробование и оценка загрязнённости атмосферы, воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод;
- ✓ исследование и оценка радиационной безопасности;
- ✓ газогеохимические исследования;
- ✓ исследование и оценка физических воздействий;
- ✓ изучение растительности и животного мира;
- ✓ санитарно-эпидемиологические и медико-биологические условия исследования;
- ✓ стационарные наблюдения.

**Полная программа** локального экологического мониторинга *до начала и во время разработки нефтяного месторождения* предусматривает:

**1. Контроль состояния атмосферы** – качественное и количественное определение загрязняющих веществ в атмосфере осуществляется:

- стационарными газоанализаторами, установленными на площадках сепарационно-насосной установки;

- переносными газоанализаторами на скважинах и газозамерной установке;
- определением санитарно-защитной зоны с помощью расчёта в специальных компьютерных программах рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере;
- проведением анализа расчетов для рабочего и аварийного режима работы по картам-схемам с нанесёнными изолиниями расчётных концентраций и в сравнении с ПДК;
- периодическим отбором проб на границе санитарно-защитной зоны и в пониженных местах.
- специалистами эксплуатирующей месторождение организацией по согласованному с инспектирующими предприятиями графику и с утверждением его главным инженером организации.

**Санитарно-защитная зона (СЗЗ)** – это специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источником воздействия на ОС.

**Функция СЗЗ:** защитный барьер, обеспечивающий уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме.

Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух, водные ресурсы, почвы и биосферу. Ориентировочный размер СЗЗ определяется в зависимости от класса опасности предприятия на время проектирования и ввода в эксплуатацию объекта.

**В СЗЗ не допускается размещать:**

- жилые застройки;
- рекреационные зоны;
- дачные и садово-огородные участки;
- детские площадки;
- образовательные и оздоровительные учреждения.

**Для обеспечения деятельности промышленного объекта в границах СЗЗ допускается размещать:**

- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала;
- здания управления и административного назначения;
- лаборатории;
- площадки и сооружения для хранения индивидуального транспорта;
- объекты торговли и общественного питания;
- артезианские скважины для технического водоснабжения;
- сооружения оборотного водоснабжения, канализационные насосные станции;
- АЗС, СТО и др.

После разработки мероприятий, направленных на снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, *проводится расчёт платы за загрязнение атмосферного воздуха* проектируемыми нефтегазодобывающими объектами месторождения. Оплата производится именно за нормативный выброс (14 т/год со среднего месторождения или участка месторождения с 50 скважинами и 60 тыс.т добычи нефти в год).

## **2. Контроль состояния гидросферы.**

На месторождении предусматривается система *гидрогеохимического мониторинга* состояния подземных вод, который предусматривает:

- создание системы наблюдений, опробования и химико-аналитических определений загрязняющих компонентов в наблюдательных водопунках;
- существование в течение всего периода работы месторождения;
- поэтапное формирование наблюдательной сети с учетом стадийности работы (бурение, обустройство, разработка), а также качества и необходимого количества требуемой информации;
- постепенное увеличение количества наблюдательных водопунктов по мере освоения месторождения;

- отбор проб, хранение, необходимая консервация и транспортировка проб воды в соответствии с требованиями ГОСТа «Вода питьевая. Отбор проб»;
- составление таблиц видов опробования и определяемых компонентов и фиксирование по номерам на ситуационном плане месторождения в схеме «Сбор и транспорт нефти и газа» с нанесёнными кустами скважин, автодорогами, нефтепроводами.

Проба воды на месте отбора сопровождается этикеткой, где указываются:

- наименование водопункта и его местоположение;
- дата отбора пробы воды;
- место и глубина отбора пробы;
- объём пробы;
- запах, цвет, вкус;
- должность, фамилия и подпись лица, отобравшего пробу.

### 3. *Контроль состояния почвенного покрова и растительного и животного мира*

**Изучение растительного и животного мира, почв на территории** проектируемого к разработке месторождения, обычно проводят специализированные организации, работающие на подряде у предприятия, занимающегося разработкой нефтяных месторождений.

В целом работу систем мониторинга можно описать функциональной схемой, представленной на рисунке 9.2:

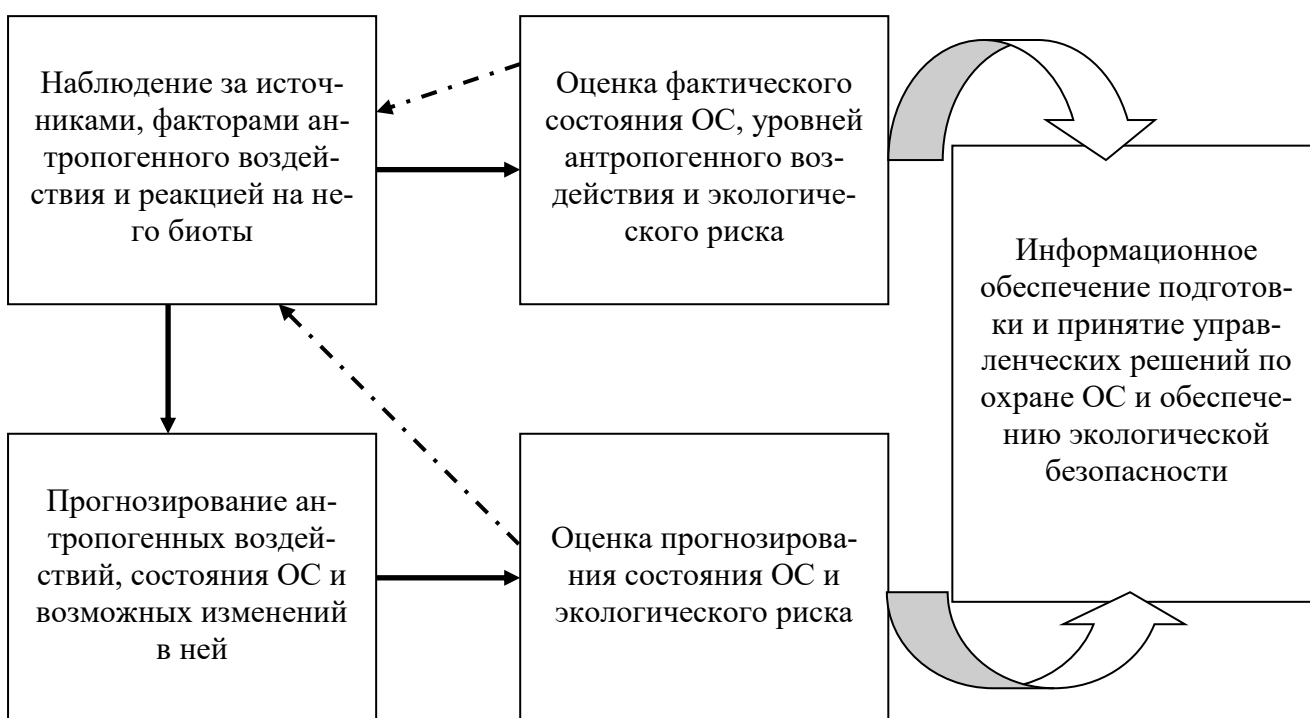


Рисунок 9.2 – Функциональная схема экологического мониторинга



## Лекция № 10

### Переработка отходов производства нефтегазового комплекса и обезвреживание их в системе экологической безопасности

На современном этапе развития технологии нефтедобычи при эксплуатации нефтяных месторождений образуются большие объемы отходов, преимущественное количество которых накапливается в **шламовых амбарах**. На нефтедобывающих предприятиях, в соответствии с регламентами, для сбора отходов бурения с одной кустовой площадки при бурении восьми скважин строится один амбар. Если количество скважин в кусте более десяти, - строится несколько амбаров.

В состав шламовых амбаров входят:

- буровые и тампонажные растворы;
- буровые сточные воды и шлам;
- пластовые воды;
- продукты испытания скважин;
- материалы для приготовления и химической обработки буровых и тампонажных растворов;
- ГСМ;
- хозяйственно-бытовые сточные воды и твердые бытовые отходы;
- ливневые сточные воды.

Процентное соотношение между этими компонентами может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий, технического состояния оборудования, культуры производства и т.д.

*Строительство амбаров* заключается в выемке определенного объема грунта и обваловании полученного котлована. Гидроизоляция дна и стенок амбара **не производится**. В следствие такой конструкции происходит поглощение жидкой фазы и попадание ее в окружающую среду через геологическую среду, что приводит к негативным экологическим последствиям.

Наиболее распространенный способ ликвидации шламовых амбаров:

Амбары освобождают от жидкой фазы, которую направляют в систему сбора и подготовки нефти с последующим использованием ее в системе поддержания пластового давления. Оставшийся шлам засыпают минеральным грунтом.

Описанный способ ликвидации шламовых амбаров имеет *ряд серьезных недостатков*, одним из которых является содержание в буровом шламе достаточно высоких концентраций нефтеуглеводородов, тяжелых металлов в подвижной форме, АПАВ и других токсичных веществ. Поэтому необходимость ликвидации шламовых амбаров с последующим обезвреживанием и утилизацией бурового шлама очевидна.

Наиболее экологически целесообразно и экономически выгодно применять систему рециклинга отходов.

**Рециклинг** – это рационализированная система сбора и переработки компонентов твердых отходов, имеющих потребительскую стоимость.

Схема рециклинга бурового шлама изображена на рисунке 10.1.

Компоненты отходов бурения, имеющие потребительскую стоимость:

- ✓ нефть и нефтепродукты;
- ✓ ГСМ, мазут, битум;
- ✓ гидроизоляционный кровельный материал;
- ✓ асфальтобетонные дорожные смеси;
- ✓ бетон, шламобетон;
- ✓ кирпич, керамзит;
- ✓ реагенты для нефтедобычи (гидролизированные ПАА, смолы).

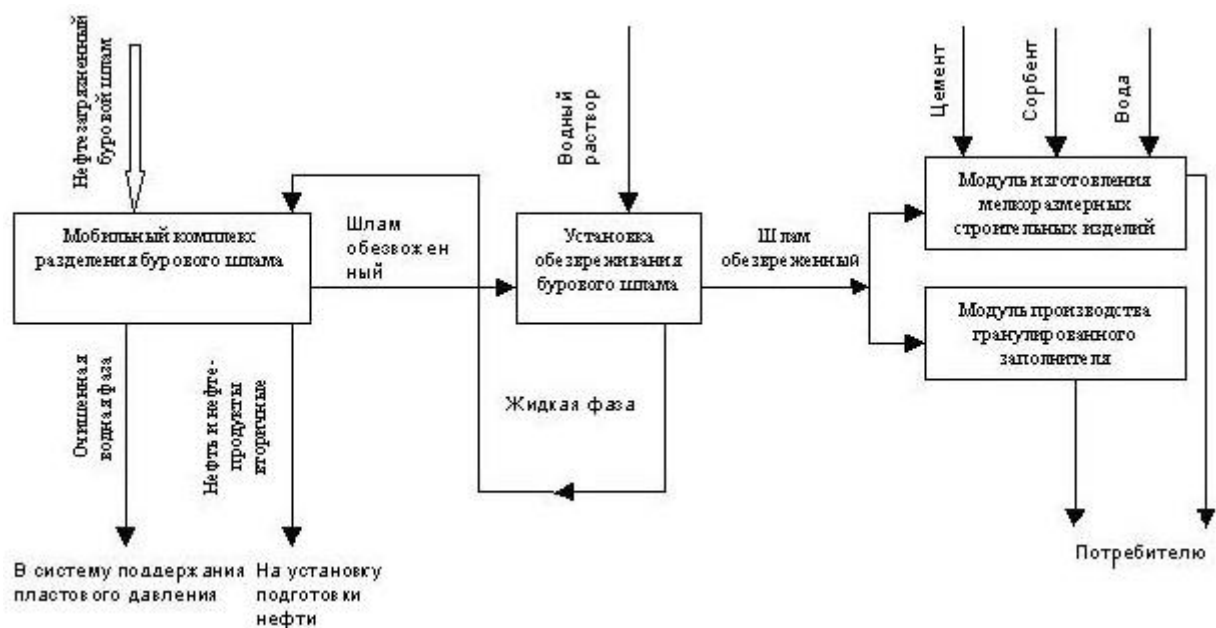


Рисунок 10.1 – Рециклинг бурового шлама

### Технологии переработки нефтешламов.

Методы переработки нефтешламов можно разделить на следующие группы:

- **термические** - сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков;
- **физические** - захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением;
- **химические** - экстрагирование с помощью растворителей, отверждение (цемент, жидкое стекло, глина); с применением органических добавок (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.);
- **физико-химические** - применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании;
- **биологические** - микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение.

Методы разделения нефтешламов с целью утилизации:

- центрифугирование;
- реагентная обработка;
- сжигание;
- экстракция;
- гравитационное уплотнение;
- вакуумфильтрация;
- фильтрпрессование;
- замораживание и др.

Среди вышеперечисленных методов наиболее перспективным является *центрифугирование с использованием флокулянтов*. Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85%, мехпримесей - на 95%. При обработке нефтешламов *химическими реагентами* изменяются свойства самого нефтешлама: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов.

### Технологические стадии ликвидации шламового амбара с последующей утилизацией бурового шлама:

1. *Очистка и обезвреживание содержимого амбара* (проводится с учетом особенностей состава отходов, находящихся в шламовом амбаре):

- сбор нефтяной пленки с поверхности амбара;
- очистка жидкой фазы от эмульгированной нефти;
- доочистка жидкой фазы (степень очистки зависит от дальнейшего использования очищенной воды);
- обезвоживание и обезвреживание бурового шлама;

2. *Собственно утилизация бурового шлама;*

3. *Очистка нефтезагрязненного грунта.*

### Очистка амбаров с высоким содержанием нефти на поверхности:

- ↪ предварительный сбор пленки с поверхности амбарной жидкости;
- ↪ добавка растворов органических флокулянтов, неорганических флокулирующих сорбентов с последующим перемешиванием и отстаиванием в течение 1-2 суток;
- ↪ в процессе отстаивания происходит разрушение эмульсии;
- ↪ повторный сбор нефтепродуктов с поверхности амбара;
- ↪ оставшаяся вода с небольшим содержанием нефтепродуктов прокачивается через горизонтальный отстойник для задерживания основной массы нефтепродуктов и взвешенных веществ и камеру из двухступенчатых безнапорных фильтров с загрузкой сорбентом. Адсорбент обеспечивает быструю коагуляцию нефтяной микроэмульсии в достаточно крупные фрагменты;
- ↪ вода после очистки может быть использована в технических целях либо сбрасываться в водные объекты. После удаления сточных вод шлам готовят для очистки от нефтяных углеводородов.

### Очистка амбаров с большим содержанием эмульгированных и отсутствием пленочных нефтеуглеводородов:

- ↪ жидкая фаза амбарных отходов с высоким содержанием эмульгированных нефтепродуктов (более 0,5 г/л) пропускается через установку типа УСФ, которая включает в себя: насос, смеситель, бак - отстойник, флотатор, диспергирующее и дозирующее устройства, емкости для реагентов. Технология основана на использовании процессов *седиментации* (оседание частиц дисперсной фазы) и *флотации* из водных растворов органических реагентов. При обработке эмульсии не требуется ее подогрев или изменение pH раствора.
- ↪ отделенные нефтеуглеводороды собираются в емкость и могут быть использованы в качестве топлива.
- ↪ водная фаза дочищается в установке типа НЗУ-100 (горизонтальный отстойник для задерживания основной массы нефтепродуктов и взвешенных веществ и камера из двухступенчатых безнапорных фильтров с загрузкой сорбентом) и может использоваться в технических целях, либо сбрасываться в водоем.
- ↪ оставшийся шлам готовят для очистки от нефтеуглеводородов.

### Обезвреживание бурового шлама

1. Промывка водой, теплоносителем.

- ✓ Загрязненный буровой шлам отмывается от нефтеуглеводородов горячей водой и паром, водным раствором ПАВ.
- ✓ Эффективность отмывки горячей водой - 25%; водным раствором ПАВ от 55 до 75 % в зависимости от концентрации.
- ✓ Буровой шлам обезвреживается в центрифуге.

- ✓ Образовавшаяся водная фаза, содержащая нефтеуглеводороды, очищается на установках, описанных выше.

2. **Солидификация** - обезвреживание шлама путем смешения в определенных пропорциях с сорбентом и цементом, в результате чего происходит отверждение нефтешлама.

Такая технология позволяет получить на основе обезвреженного отхода достаточно прочный материал. Образовавшаяся при твердении прочная консервирующая матрица *предотвращает растворение токсичных веществ под воздействием компонентов окружающей среды*, дополнительно связывает их физически и химически, снижает поверхность контакта с окружающей средой. Полученный в результате обезвреживания продукт может быть использован в строительстве.

3. Микробиологическое обезвреживание.

Помимо бурового шлама к отходам нефтедобывающего предприятия относятся:

- ✓ разливы нефти;
- ✓ прорывы магистральных нефтепроводов;
- ✓ донные осадки сооружений механической очистки сточных вод;
- ✓ флотоконцентрат с установок сепарации;
- ✓ продукты зачистки резервуаров;
- ✓ стабилизированные эмульсии из отстойных аппаратов.

Внедрение мероприятий по переработке отходов нефтедобычи, несомненно, в первую очередь направлено на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Однако, немаловажен и социально-экономический эффект для предприятия: уменьшение платы за размещение отходов; получение прибыли от реализации продуктов утилизации; расширение инфраструктуры рабочих профессий предприятия; создание дополнительных рабочих мест.

## Лекция № 11

### «Аварийные ситуации на нефтепромысловых объектах как причина комплексного воздействия на окружающую среду»

**Авария нефтегазового производства** – это нарушение технологического процесса, повреждение механизмов, оборудования и сооружений, вследствие которого происходит остановка процесса производства или добычи с последующими негативными экологическими последствиями.

Аварийные ситуации могут приводить к чрезвычайным ситуациям на определённой территории.

**Экологическая чрезвычайная ситуация** – это неблагоприятная экологическая обстановка, возникшая на определённой территории в результате аварийной ситуации, например, на нефтегазопромысле, или стихийных сил природы, характеризующаяся отрицательными изменениями ОС, опасными для жизни и здоровья людей, значительными материальными потерями и нарушениями условий жизнедеятельности населения.

Если вследствие неблагоприятной экологической обстановки нанесён существенный вред здоровью населения и произошли разрушения естественных экосистем, деградация флоры и фауны, то территории с чрезвычайной экологической ситуацией объявляются *зонами экологического бедствия*.

**Экологический риск** – вероятность неблагоприятных для ОС и здоровья населения последствий любых антропогенных изменений природных объектов и факторов.

**Экологическая безопасность** – это состояние защищённости жизненно важных интересов и прав личности, общества от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на ОС.

#### Характеристика аварийных ситуаций на нефтепромысловых объектах, причины их возникновения

##### Основные причины аварий нефтегазового производства:

- ❖ **Технические:**
  - неудовлетворительное состояние технических устройств, оборудования, сооружений и зданий;
  - отсутствие или неисправность средств противоаварийной защиты, сигнализации или связи;
  - отсутствие или неисправность систем автоматизации опасных операций, механизации трудоёмких работ;
  - несовершенство технологии или конструктивные недостатки оборудования и технических устройств.
- ❖ **Организационные:**
  - нарушение технологии производства работ;
  - нарушение регламента обслуживания технических устройств оборудования;
  - нарушение регламента ремонтных работ;
  - неэффективность производственного контроля;
  - низкий уровень знаний требований промышленной безопасности;
  - нарушение производственной дисциплины;
  - неосторожные или несанкционированные действия исполнителей работ.
- ❖ **Внешние воздействия:**
  - последствия аварий на других объектах;
  - прекращение подачи энергоресурсов или сырья;
  - стихийные явления природного происхождения.

## Виды аварий на нефтегазовых предприятиях:

### **I. Взрыв.**

В общем случае возникновения взрыва ход аварии на объектах нефтегазовых предприятий можно разложить на стадии:

1. Выброс углеводородного продукта.
2. Загазованность территории и образование облака топливовоздушной смеси.
3. Воспламенение.
4. Взрыв облака в незамкнутом пространстве.
5. Образование волн давления.
6. Дальнейшее развитие аварии на территории предприятия и за её пределами.

Наиболее взрывопожароопасными и опасными технологическими объектами являются:

- парк емкостей высокого давления газораздаточной станции;
- установка каталитического крекинга;
- установка подготовки сырья;
- установка первичной переработки нефти;
- насосы и компрессоры;
- емкости под давлением.

### **II. Разливы углеводородов при освоении морских месторождений.**

Причины аварийных ситуаций, приводящих к выбросам плавающих загрязняющих веществ в море:

- разрушение или повреждение подводных нефтегазопроводных коммуникаций;
- повреждение или разрушение нефтеналивных танкеров, грузовых и транспортных судов;
- повреждение или разрушение коммуникации при наливе и сливе нефтепродуктов в танкеры и из них;
- естественные выбросы нефтяных и газовых веществ при бурении и эксплуатации морских нефтегазовых месторождений;
- вынос на поверхность остатков бурового раствора и шлама.

Негативные последствия при разливе нефти в точке бурения:

- \* локальное повышение температуры воды на 3-7°C;
- \* образование пятна, которое постепенно увеличивается в размерах и дрейфует под действием ветра и течений;
- \* прямое токсическое воздействие на морские гидробионты;
- \* химическое загрязнение вод.

Меры по снижению и предотвращению негативных экологических последствий аварий при разработке морских месторождений:

- ✓ выполнение ОВОС, соблюдение норм и правил по охране ОС, предусматриваемых проектами;
- ✓ уменьшение токсичности используемых буровых растворов (желательно использовать буровые растворы только на водной основе);
- ✓ проведение работ по экологическому мониторингу процесса бурения.

### **III. Порыв газопровода, нефтепровода.**

При порыве газопровода предусмотрена подача газа на факел аварийного сжигания. В этом случае загрязнение атмосферы происходит окислами азота, углерода и углеводородами.

### **IV. Порыв выкидной линии от скважины.**

Причины аварий на нефтепроводах:

- внутренняя коррозия;
- механические повреждения при наезде техники (трактор, бульдозер, строительная техника - экскаваторы, рыхлители и пр.);
- некачественное выполнение строительно-монтажных работ (электросварка, укладка в траншею и пр.).

***NB!*** Согласно технологическому режиму в системе сбора и транспорта нефти при порыве трубопроводов и понижении давления в них, отключение насосов скважин и ГЗУ происходит автоматически.

### **Мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций при разработке нефтяного месторождения**

На нефтегазодобывающих предприятиях должна быть предусмотрена автоматизированная система предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций и аварий (АСПЛА).

**АСПЛА** – это система, обеспечивающая эффективное функционирование технологического комплекса нефтегазовой отрасли с целью предотвращения и ликвидации аварий при проведении нефтегазодобывающих и перерабатывающих операций, а также для противовзрывной и противопожарной защиты объекта, в которой сбор и обработка необходимой информации осуществляется с применением компьютерной техники.

#### Функции АСПЛА:

- ✓ предупреждение аварий, взрывов, пожаров путём анализа обстановки в ходе технологического процесса и осуществление защитных воздействий, исключающих аварийные ситуации;
- ✓ контроль работоспособности средств автоматической противоаварийной взрыво- и противопожарной защиты;
- ✓ управление ликвидацией аварий и спасением людей.

#### Для обеспечения экологической безопасности предприятия разрабатывается комплекс мероприятий, предусматривающий:

- полную герметизацию системы добычи, сбора и транспорта нефти и газа;
- соблюдение технологического регламента и правил технической эксплуатации всех составных частей системы;
- осуществление контроля за исправностью и герметичностью оборудования;
- применение АСПЛА на предприятии;
- сброс нефти с предохранительных клапанов ГЗУ в аварийных ситуациях в погреб или накопительные ёмкости с последующей их утилизацией;
- устройство ливневой канализации предустьевых площадок скважин;
- сбор утечек нефти от уплотнений насосов и остатков нефти из аппаратов перед ремонтом в подземную ёмкость с последующим возвратом в процесс;
- применение оборудования давление, превышающее расчетное;
- всё оборудование, арматура и трубопроводы стальные;
- повышенную толщину стенок трубопроводов относительно расчетной;
- в целях предотвращения повреждения трубопроводов при пересечении с автодорогами предусматривается укладка их в кожухе;
- предохранительные клапаны на оборудовании, работающем под давлением;
- электрохимзащита от наружной коррозии подземных трубопроводов;
- контроль за качеством и составом выбросов загрязняющих веществ;
- сбор всех промышленных стоков в подземные ёмкости с последующей их утилизацией;
- блокировка оборудования при отклонении от нормальных условий эксплуатации объекта;
- применение блочного оборудования, как наиболее надёжного;
- 100% контроль сварных соединений в обвязке устьев скважин и ГЗУ радиографическим методом;
- 100% утилизация нефтяного газа;
- использование для строительства нефтепромысловых объектов, скважин, коммуникаций площадей, непригодных и малопригодных для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования.

При соблюдении технологического режима работы оборудования, на объектах должны выполняться мероприятия организационного характера:

- контроль за работой контрольно измерительных приборов и АСПЛА;
- не допускать наличия пропусков нефти, жидкости, газа в арматуре и обвязке скважин и ГЗУ;
- приостановить работы, связанные с изменением технологического режима, приводящие к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Подобные мероприятия носят многоцелевой характер и обеспечивают сокращение возникновения аварийных ситуаций в целом на 85-90 %.



## Лекция № 12

### Экономическая эффективность природоохранных мероприятий, проектируемых при разработке нефтяного месторождения.

#### Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтегазовой промышленности

#### Экономическая эффективность природоохранных мероприятий, проектируемых при разработке нефтяного месторождения

При сравнении вариантов природоохранных мероприятий и их экономической оценки должны быть обеспечены условия сопоставимости принятых решений:

- по степени достоверности прогнозных данных об изменении состояния окружающей среды;
- уровню используемых при проектировании норм, правил, технических условий и сметных цен на осуществление природоохранных мероприятий;
- степени детальности проработки вариантов;
- количеству учитываемых затрат, ущербов и показателей стоимости строительства;
- методам исчисления технико-экономических показателей и их единицам измерения.

*Экономическая эффективность мероприятий*, предусмотренных комплексным планом по охране ОС, устанавливается путём соизмерения экономических результатов и вызвавших их затрат.

Определение экономической эффективности природоохранных мероприятий проводится по трём показателям:

- ✓ общая экономическая эффективность;
- ✓ сравнительная экономическая эффективность;
- ✓ чистый экономический эффект.

Общая экономическая эффективность определяется с целью:

- ↪ установления (утверждения) затрат на предупредительные и защитные мероприятия;
- ↪ характеристики фактической и планируемой эффективности затрат на действующих предприятиях;
- ↪ принятия решений об очередности проведения природоохранных мероприятий.

**Показатель общей экономической эффективности всех природоохранных затрат** - это отношение годового объёма полного экономического эффекта к общим (приведённым) затратам, обусловившим его получение.

**Показатель общей экономической эффективности** - это величина экономического эффекта от природоохранных мероприятий, приходящихся на денежную единицу приведённых затрат, обусловивших получение этого эффекта.

Расчётные показатели экономической эффективности затрат на природоохранные мероприятия сравниваются с нормативами и с расходами на аналогичные мероприятия на передовых предприятиях данной отрасли.

Экономический эффект от природоохранных мероприятий определяется величиной предотвращённого ущерба.

**Предотвращённый или ликвидированный экономический ущерб земельным ресурсам** складывается из ущерба от изъятия земель из с/х пользования и нарушения земельных ресурсов.

При рекультивации земель должен учитываться дополнительный эффект за счет получения продукции с восстановленных (после строительства трубопроводов и земель занятых на период строительства) площадей, а не только с вновь построенных взамен занятых под строительство.

**Предотвращенный или ликвидированный экономический ущерб водным ресурсам** складывается из ущербов от загрязнения и уменьшения запасов водных ресурсов.

Ценность воды принимается по установленным региональным тарифам.

**Предотвращенный или ликвидированный экономический ущерб** от загрязнения *воздушного бассейна* складывается из ущерба от снижения урожайности с/х угодий, ухудшения состояния растительного и животного мира, увеличения заболеваемости населения и преждевременного износа основных фондов, находящихся в загрязнённой воздушной среде.

#### Определение платежей за загрязнение природной среды.

За выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в природную среду и размещение отходов устанавливаются два вида нормативов платы:

- за *допустимые объёмы выбросов* (сбросов) загрязняющих веществ и размещение твёрдых отходов (в пределах установленных лимитов);
- за *превышение допустимых объёмов выбросов* (сбросов).

Нормативы платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение твёрдых отходов служат исходной базой для определения размеров платы за загрязнение ОС для предприятия.

*Нормативы платы за размещение отходов* рассчитываются исходя из оценки потерь материальных ресурсов и затрат на размещение (захоронение) отходов в ОС.

*Лимит размещения* – это разница между планируемыми объёмами образования отходов и их использования.

*Годовой размер платы* предприятия за выброс всех загрязняющих веществ в атмосферу, в водные источники и за размещение отходов определяется путём суммирования соответствующих плат по всем видам загрязнения ОС.

### **Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтегазовой промышленности**

**Опасный производственный фактор** – это фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определённых условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

**Вредный производственный фактор** - это фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определённых условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Основные опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре основные группы: физические, химические, биологические и психофизические, которые подробно охарактеризованы в таблице 12.1.

Таблица 12.1

#### ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Физические	Химические	Биологические	Психофизиологические
●* Движущие машины и механизмы	<i>По характеру воздействия на организм человека:</i>	●* Микроорганизмы (бактерии и вирусы)	<i>Физические перегрузки:</i>
●* Незащищённые подвижные части производственного оборудования	●* токсические	●* Макроорганизмы (растения и животные)	●* статические
●* Неудовлетворитель-	●* раздражающие		●* динамические

ный микроклимат рабочей зоны (запылённость, загазованность, повышенная или пониженная температура воздуха, влажность)			
☛ Повышенная температура поверхностей оборудования и материалов	☛ канцерогенные		<i>Нервнопсихические:</i>
☛ Опасный уровень напряжения в электрической цепи	☛ отравляющие		☛ умственное перенапряжение
☛ Опасный уровень давления в технологическом оборудовании и трубопроводах	☛ мутагенные		☛ перенапряжение анализаторов слуха, зрения
☛ Повышенный уровень шума, вибрации	☛ влияющие на репродуктивную функцию		☛ монотонность труда
☛ Пониженная освещённость рабочего места	<i>По пути проникновения в организм человека через:</i>		☛ эмоциональные перегрузки
☛ Пожаро- и взрывоопасность	☛ органы дыхания		
☛ Повышенный уровень рабочей зоны по высоте и глубине	☛ желудочно-кишечный тракт		
	☛ кожные покровы, слизистые оболочки		

Классификация и характеристика вредных веществ по характеру и степени воздействия на организм человека.

**Вредные вещества** – это вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующего поколения.

В результате воздействия вредных веществ на организм человека происходят отравления:

- *Острые* – при кратковременном воздействии на организм высоких концентраций вредных веществ;
- *Хронические* – в результате постепенного продолжительного действия веществ, поступающих в организм в небольших дозах.

Максимальная концентрация для всех вредных веществ, при которой не происходит никакого вредного воздействия на организм человека, называется **ПДК**, в зависимости от значений которой определяется степень воздействия вредных веществ на организм человека.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества делятся на четыре класса опасности:

1. чрезвычайно опасные (ртуть, свинец, тетраэтилсвинец и д.);

2. высокоопасные (бензол, марганец, медь, сероводород и др.);
3. умеренно опасные (толуол, метанол, уксусная кислота и др.);
4. малоопасные (нефть, бензин, ацетон, этиловый спирт и др.)

В таблице 12.2 представлены ПДК и классы опасности некоторых веществ, входящих в состав нефти, паров нефти и веществ, участвующих в технологических процессах хранения и транспортировки углеводородов.

Таблица 12.2

ПДК И КЛАССЫ ОПАСНОСТИ НЕФТИ И ВЕЩЕСТВ, ВХОДЯЩИХ В ЕЁ СОСТАВ

Наименование веществ	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Наименование веществ	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Нефть	300	4	Окислы азота	5	2
Метан	300	4	Метилмеркаптан	0,8	2
Пропан	300	4	Ртуть	0,01	1
Бутан	300	4	Серная кислота	1	2
Бензол	5	2	Тетраэтилсвинец	0,005	1
Метанол	5	3	Толуол	50	3
Этиловый спирт	1000	4	Окись углерода	20	4
Ацетон	200	4	Дихлорэтан	10	2
Керосин	300	4	Сероводород	10	2

Классификация вредных веществ по характеру воздействия на организм человека:

- ☛ **токсические** – поражающие жизненно важные органы и системы человека: ССС, ЦНС, ЖКТ, ДС ( бензол, толуол, аналин, ртуть, тетраэтилсвинец, дихлорэтан);
- ☛ **раздражающие** – вызывающие раздражение и химические ожоги дыхательных путей, кожи и слизистых оболочек (кислоты, щёлочи, аммиак, хлор, фтор, сера, сероводород);
- ☛ **сенсibiliзирующие** – вызывающие аллергические реакции (ртуть, платина, формальдегид);
- ☛ **канцерогенные** – вызывающие развитие злокачественных опухолей (мазут, гудрон, нефтяной кокс, битум, сажа, анилиновые красители, пыль асбеста);
- ☛ **мутагенные** – влияющие на генетический аппарат (этилены, формальдегид, иприт, уретан, органические перекиси);
- ☛ **вещества, влияющие на репродуктивную функцию** – вызывают бесплодие (свинец, сурьма, никотин, марганец, ядохимикаты, соединения ртути).

Пары нефти относятся к веществам со слабо выраженным токсическим действием, поражают ЦНС, вызывая наркотическое опьянение.

Признаки отравления парами нефти, бензина, керосина, органических растворителей, углеводородных газов:

- головокружение;
- сухость во рту;
- головная боль;
- тахикардия;
- общая слабость;
- остановка дыхания от удушья.

Классификация и характеристика веществ по степени взрыво- и пожароопасности:

1. **Негорючие** – не способные гореть в воздухе нормального состава при температуре до 900 °С (стекло, кирпич, песок, металлы, бетон);
2. **Трудногорючие** – способные гореть только при постоянном источнике воспламенения (парафин, стеарин, воск, асфальтобетон);

3. **Горючие** – способные к самостоятельному горению в воздухе нормального состава после воздействия на них источника воспламенения (нефть, бензин, керосин, дерево, уголь, торф, метан, пропан):
- *легковоспламеняющиеся* – от искры (газы, ацетилен, водород, нефть, бензин, керосин, ацетон, этиловый спирт);
  - *средней воспламеняемости* – после непродолжительного действия источника воспламенения (нефтяные масла, глицерин, растительное масло, дерево, торф, нитроцеллюлоза, полиэтилен)
  - *трудно воспламеняющиеся* – только после продолжительного действия источника воспламенения (нефтяной битум, уголь, кокс).

Наибольшую опасность представляют легковоспламеняющиеся горючие вещества. Применение их на производстве делает его **взрывопожароопасным**.

Горючие газы и пары легковоспламеняющихся жидкостей образуют в смеси с кислородом воздуха взрывчатые смеси.

Наименьшая концентрация горючих паров и газов, при которой уже возможен взрыв, - *нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР)* или нижний предел взрываемости.

**НКПР** или **нижний предел взрываемости** – это минимальное содержание горючего в смеси «горючее вещество – окислительная среда», при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Наибольшая концентрация горючих паров и газов, при которой ещё возможен взрыв, - *верхний концентрационный предел распространения пламени (ВКПР)* или верхний предел взрываемости.

**ВКПР** или **верхний предел взрываемости** – это максимальное содержание горючего в смеси «горючее вещество – окислительная среда», при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

**Диапазон взрываемости** – это концентрация горючего вещества от НКПР до ВКПР.

С целью обеспечения взрывопожаробезопасности для всех веществ установлена **предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация (ПДВК)**, которая составляет **5 %** величины НКПР.

В таблице 12.3 представлены значения НКПР, ВКПР и ПДВК некоторых веществ.

Таблица 12.3

Наименование вещества	Диапазон взрываемости				ПДВК	
	По объёму (%)		По массе мг/м <sup>3</sup>		% об.	Мг/м <sup>3</sup>
	НКПР	ВКПР	НКПР	ВКПР		
Нефть	1,4	6,5	42000	195000	0,07	2100
Метан	5	15,7	33000	104000	0,25	1650
Пропан	2,2	9,5	38000	164000	0,11	1900
Этиловый спирт	3,6	19	68000	359000	0,18	3400
Окись углерода	12,5	75	74000	444000	0,63	3700
Сероводород	4,2	46	60000	657000	0,22	3000

#### Статическое электричество.

Нефть и нефтепродукты – хорошие диэлектрики и способны сохранять электрические заряды в течение длительного времени.

#### Причины образования статического электричества:

- при перекачке нефтепродуктов с большой скоростью в результате трения о трубы;
- в результате ударов жидкой струи при заполнении ёмкостей или резервуаров;
- в результате трения брызг и нефти с окружающим воздухом.

Мероприятия по предупреждению возникновения искровых разрядов:

- ✓ закачивание нефтепродуктов в ёмкости, цистерны, резервуары без разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания;
- ✓ поступление нефти в резервуар ниже уровня находящегося там остатка нефтепродукта;
- ✓ если ёмкость пустая, то расстояние от конца загрузочной трубы до конца приёмного сосуда не должно превышать 200 мм, а если это невозможно, то струя должна быть направлена вдоль стенки ёмкости;
- ✓ до момента заполнения конца приёмно-раздаточного патрубка скорость подачи нефти в ёмкость не должна превышать 1 м/с;
- ✓ заземление всех металлических частей аппаратуры, насосов, трубопроводных коммуникаций для обеспечения стекания возникшего электростатического заряда;
- ✓ постоянный электрический контакт тела человека с заземлителем.

Таблица 12.4

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И РАБОЧИХ ЗОН  
ПО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНОСТИ**

<b>Категория помещения</b>	<b>Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении</b>
А  взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 КПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 КПа
Б  взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся горючие жидкости с температурой вспышки более 28 °С, в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 КПа.
В1-В4  пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна, вещества и материалы), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии (или обращаются) не относятся к категориям А или Б.
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях, а также на наружных взрывопожароопасных технологических установках и сооружениях на видных местах должны быть вывешены:

- ✓ фамилия лица, ответственного за пожарную безопасность;
- ✓ инструкция о мерах пожарной безопасности;
- ✓ номера телефонов вызова пожарной охраны или службы.

## Лекция № 13

### Экологические угрозы проектов по добыче сланцевого газа

В отличие от обычного, сланцевый газ сосредоточен не в подземных ловушках, а распределен в порах породы на большой глубине. Существует две основные технологии добычи сланцевого газа – технология *горизонтального бурения* и *гидравлического разрыва пласта* (ГРП). В процессе *гидравлического разрыва пласта* в газоносные породы вводится смесь песка, воды и химических веществ под очень высоким давлением. Под давлением образуются трещины, которые и позволяют газу вырваться наружу.

#### Экологические угрозы и их последствия при добыче сланцевого газа:

1. Использование большого количества водных ресурсов:
  - \* для добычи газа методом ГРП в одной скважине используется около 20 миллионов литров воды;
  - \* в зависимости от интенсивности разработки и количества скважин через несколько лет остро встанет вопрос о нехватке питьевой воды для населения;
2. Заражение грунтовых вод химическими реактивами для ГРП:
  - \* ГРП происходят до десяти раз в год, при этом химическая смесь загрязняет не только грунтовые воды, но и большие территории земных пород;
  - \* вред окружающей среде и здоровью местных жителей;
  - \* обострение хронических заболеваний, рост числа онкологических заболеваний.
3. Попадание газовых смесей в результате использования метода ГРП в водоносные слои:
  - \* повышение уровня метана и других газов в питьевой воде, что делает ее непригодной для питья.
4. Заражение почвы от слива отработанной воды и множества других сопутствующих технологических факторов:
  - \* вред окружающей среде и «омертвление» почвы.
5. Разрушительные процессы в грунте:
  - \* сейсмическая нестабильность, возможность землетрясений;
  - \* проседание почвы в местах ГРП;
  - \* эффект «лунных кратеров» после отработки скважины.
6. Загрязнение воздуха выбросами углеводородов и др. веществ (более 170 токсичных), входящих в раствор, закачиваемый для ГРП:
  - \* усиление парникового эффекта из-за увеличения выбросов углекислого газа;
  - \* рост числа респираторных, онкологических заболеваний местных жителей.
7. Хранение и переработка «отработанной» воды, содержащей тяжелые металлы и радиоактивные материалы с месторождений:
  - \* вредные испарения из очистных сооружений;
  - \* угроза здоровью местных жителей;
  - \* проблема утилизации использованной воды.
8. Износ инфраструктуры:
  - \* повреждение дорог от использования грузовиков и прочей тяжелой техники для добычи газа;
  - \* влияние на состояние инженерных сооружений, в первую очередь магистральных нефте- и газопроводов.
9. Роль контролирующих органов в отрасли добычи сланцевого газа представляется более важной, по сравнению с традиционным сектором:
  - \* недостаточный контроль над соблюдением норм безопасности во время и по окончании эксплуатации скважины в следствие временного и незначительного по объемам характера добычи на каждой отдельной скважине (дебит скважины быстро падает со временем).

Наличие негативных экологических эффектов вряд ли сможет остановить развитие отрасли сланцевого газа, во всяком случае, в США, Китае и нескольких других странах. В США, скорее всего, пойдут по пути усиления экологического регулирования отрасли, а не ее полного закрытия. В конце концов, альтернативные источники газа и нефти, к примеру, глубоководное бурение, также имеют свои экологические издержки. Только в Европе, с ее традиционно более серьезным отношением к экологии, соответствующие моменты могут быть ограничением на развитие отрасли.



## Лекция № 14

### Экологическая экспертиза

**Экологическая экспертиза** - установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий ее на окружающую природную среду и связанных с ней социальных, экономических и других последствий реализации объекта экологической экспертизы.

*Цель экологической экспертизы:* предупреждение возможных негативных последствий от планируемой деятельности человека на среду его обитания и на природную среду (ландшафты) в целом.

В состав экологической экспертизы входят:

- I. **Экологическое проектирование** - процесс обоснования и оценка воздействия на окружающую природную среду объектов, либо специально предназначенных для изменения неблагоприятных свойств среды обитания человека (природных и антропогенных ландшафтов), либо объектов, имеющих прямое природоохранное значение;
- II. **Экологический аудит** - независимая комплексная документированная оценка соблюдения субъектом промышленной и иной деятельности требований, нормативов и международных стандартов в области охраны окружающей среды и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.
- III. **Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).**
- IV. **Экологический риск** — вероятность возникновения неблагоприятных для человека и природной среды последствий после осуществления хозяйственной или промышленной деятельности.
- V. **Классификация отраслей промышленности и сельского хозяйства по степени экологической опасности для природы и человека:**

*Землеемкость* - размер территории, занятой собственно промышленным объектом и зоной его влияния на ландшафт. **Удельная землеемкость** размер земельной площади, необходимой для производства единицы рассматриваемой продукции.

*Ресурсоемкость* - количество изымаемых природных ресурсов для производства валовой продукции. **Удельная ресурсоемкость** количество изымаемых и потребляемых природных ресурсов, необходимых для производства единицы конечной продукции.

*Отходность* - материальные потоки техногенных веществ в природу (выбросы в атмосферу, сточные воды, мусор, твердые отходы в почву и грунт), которые оценивают количеством поступающих веществ в единицах веса или объема на единицу площади за определенный интервал времени выброса вещества.

С учетом землеемкости, ресурсоемкости и отходности можно выделить четыре группы производств по степени экологической опасности:

1. Самая высокая степень экологической опасности (цветная металлургия, нефтехимическая и химическая, микробиологическая промышленность);
  2. Высокая степень экологической опасности (предприятия черной металлургии и теплоэнергетики);
  3. Средняя степень экологической опасности (лесная, целлюлозно-бумажная, топливная промышленности);
  4. Наименьшая степень экологической опасности (промышленность стройматериалов, пищевая, легкая, машиностроение и металлообработка, хотя и в этих отраслях есть экологически опасные производства).
- VI. **Экологическое нормирование (ЭН)** —разрабатывает экологические регламенты

**и нормативы** антропогенного воздействия на экосистемы, при которых сохраняется нормальное функционирование этих систем. Цель ЭН выявление уровня антропогенных воздействий, при которых не происходит структурно-функциональных перестроек экосистем, ландшафтов.

#### **VII. Разработка экологических критериев, норм и стандартов**

В систему экологических нормативов и стандартов входят:

- ✓ нормативы качества окружающей среды;
- ✓ нормативы использования природных ресурсов;
- ✓ нормативы предельно допустимого воздействия на окружающую среду;
- ✓ экологические стандарты;
- ✓ нормативы санитарных и защитных зон.

#### **VIII. Разработка нормативов качества ОС.**

- ✓ нормативы предельно допустимого вредного воздействия на окружающую среду;
- ✓ нормативы допустимой антропогенной нагрузки;
- ✓ нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- ✓ нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды (ресурсные нормативы);

#### **IX. Нормирование санитарных и защитных зон.**

- ✓ *санитарно-гигиенические нормы* - показатели качества окружающей среды, соблюдение которых обеспечивает благоприятные для жизни человека условия существования;
- ✓ определение границ СЗЗ;
- ✓ нормирование водоохраных зон (территории, прилегающей к акваториям рек, озер и водохранилищ, со специальным природоохранным режимом, исключающим загрязнение, засорение, истощение и заиление водных объектов);

#### **X. Экологическое картографирование, районирование, моделирование.**

##### **Объекты, требующие обязательной экологической экспертизы:**

- *Нефтеперерабатывающие предприятия* (за исключением предприятий для производства смазочных материалов из сырой нефти) и предприятия по производству сжиженного газа из угля или битуминозного сланца мощностью 500 т в сутки и более.
- *Тепловые электростанции* и другие установки по сжиганию топлива мощностью 300 МВт и более, атомные электростанции, и ядерные реакторы (за исключением маломощных реакторов, используемых в научных целях).
- *Установки, предназначенные для постоянного складирования или захоронения радиоактивных отходов.*
  - *Металлургические комбинаты* для плавки чугуна и стали.
  - *Предприятия по переработке асбеста*, асбестосодержащих материалов.
  - *Химические комбинаты* широкого профиля.
  - *Автомобильные магистрали, железные дороги* дальнего следования и аэропорты с длиной взлетно-посадочной полосы 2100 м и более.
  - *Торговые морские порты*, а также внутренние водные пути и порты, принимающие суда грузоподъемностью более 1350 т.
  - *Мусоросжигающие заводы* и установки для переработки токсичных и опасных отходов.

К экологически опасным производствам относятся следующие предприятия по добыче и переработке нефти и газа:

- \* предприятия по добыче нефти мощностью 500 тыс. т/год и более;
- \* предприятия по добыче природного газа мощностью 500 млн м<sup>3</sup>/год и более;
- \* нефтеперерабатывающие заводы и установки для газификации и сжижения угля или битуминозных сланцев производительностью 500 т/сутки и более;
- \* крупные склады для хранения 50 тыс. м<sup>3</sup> и более нефтяных, нефтехимических и химических продуктов;
- \* разведка, добыча нефти и газа, лицензируемые виды нефтяных геологических изысканий.

Для всех производств обязательна разработка раздела ОВОС на стадиях прединвестиций и обоснования инвестиций.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**  
**И МОДУЛЬНЫМ КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ.**

Заданием на практические занятия предусматривается составление докладов\* по темам, номера которых указаны ниже в таблице. Номер варианта следует выбирать согласно порядковому номеру в журнале посещаемости студентов.

№ темы лекции	Номер варианта (порядковый номер в журнале посещаемости)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	10	2	9	3	5	8	6	4	7	9	10	8	1	5
2	10	1	9	2	8	7	3	4	5	6	1	10	2	3	4
3	2	3	1	4	5	2	3	1	4	5	2	5	1	4	5
4	9	2	4	3	1	10	8	7	5	6	2	10	1	7	9
5	3	8	7	6	5	4	1	2	3	8	7	8	6	1	4
6	8	4	6	7	9	1	10	5	2	3	10	9	8	7	5
7	4	5	3	1	6	8	7	10	9	2	4	1	10	2	5
8	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	5	3	5	4
9	6	7	5	4	3	2	1	6	7	5	1	3	2	7	6
10	1	2	3	5	4	1	2	3	4	5	2	5	2	3	4
11	4	1	2	3	1	4	2	3	4	1	4	2	3	1	3
12	2	3	4	1	2	3	4	1	2	4	1	3	4	1	2
13	6	5	1	2	3	4	6	1	2	3	4	1	5	3	4
14	1	4	2	3	1	4	2	3	1	4	3	1	2	3	2

\*На каждое практическое занятие должен быть подготовлен один доклад в порядке возрастания номеров тем.

Основные требования к содержанию и оформлению доклада:

- 1). Доклад должен содержать такие структурные единицы, как титульный лист, основная часть, список литературы и приложения в виде рисунков, таблиц, графиков и схем;
- 2). Пример оформления титульного листа см. в Приложении 1;
- 3). Основная часть доклада должна быть не более 5-ти страниц печатного текста, желательно в тезисном виде, и полностью раскрывать поставленный вопрос (тему);
- 4). В списке литературы **не должны быть названий** интернет-сайтов, вёб-ссылок;
- 5). Рисунки, графики, таблицы и схемы должны быть вынесены на отдельные страницы отдельным приложением с пояснениями.

## Т е м ы   д о к л а д о в:

### *Лекция № 1*

«Экология как наука. Её структура. Понятие об окружающей и геологической среде. Оценка воздействия на окружающую среду»

1. Литосфера- объект трудовой деятельности работников нефтяной и газовой промышленности.
2. Понятие о биосфере.
3. Атмосфера.
4. Гидросфера. Ресурсы гидросферы.
5. Минеральные ресурсы литосферы.
6. Природный цикл кислорода.
7. Природный цикл углерода.
8. Природный цикл азота.
9. Классификация экологических проблем.
10. Методы промышленной экологии. Схема.

### *Лекция № 2*

«Экологическая характеристика нефтегазодобывающего производства. Особенности влияния вредных веществ нефтяного производства на ОС и организм человека»

1. Негативное влияние нефтегазового комплекса на биосферу.
2. Негативное влияние нефтегазового комплекса на атмосферу.
3. Негативное влияние нефтегазового комплекса на литосферу.
4. Негативное влияние нефтегазового комплекса на гидросферу.
5. Основные загрязнители биосферы.
6. Основные загрязнители атмосферы.
7. Основные загрязнители литосферы.
8. Основные загрязнители гидросферы.
9. Контроль за загрязнением атмосферы.
10. Особенности влияния вредных веществ на организм человека.

### *Лекция № 3*

«Негативное воздействие на окружающую среду поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефтяных месторождениях. Экологическое воздействие бурения как основного вида работ в нефтегазовом деле на окружающую среду»

1. Уменьшение негативного экологического влияния на ОС поисково-разведочных работ.
2. Негативные последствия и способы борьбы с ними при обустройстве нефтегазового месторождения.
3. Предотвращение негативного влияния бурения.
4. Методы предотвращения неуправляемого выброса УВ при бурении скважин.
5. Влияние технологически неизбежных постоянных выбросов природного газа на ОС.

### *Лекция № 4*

«Загрязнение окружающей среды при нефтегазовом строительстве»

1. Методы предотвращения загрязнения ОС при строительстве площадок под разработку нефтегазового месторождения.
2. Методы предотвращения загрязнения ОС при строительстве буровой.
3. Методы предотвращения загрязнения ОС при строительстве скважин.
4. Методы предотвращения загрязнения ОС при строительстве резервуаров для хранения флюидов.
5. Оценка экологического риска при строительстве скважин.
6. Методы предотвращения загрязнения ОС при строительстве трубопроводной системы транспорта нефтепродуктов.
7. Методы предотвращения неуправляемого выброса УВ при капитальном ремонте скважин.

8. Повышение экологической безопасности при эксплуатации магистральных нефтегазопроводов.
9. Текущее состояние и экологические перспективы строительства и обустройства нефтегазовых месторождений.
10. Экологическая безопасность строительства нефтедобывающего комплекса в акваториях.

#### **Лекция № 5**

«Загрязнение окружающей среды при добыче, сборе, подготовке, переработке и транспортировке углеводородов»

1. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при добыче УВ.
2. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при сборе УВ.
3. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при подготовке УВ к транспортировке.
4. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при переработке УВ.
5. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при транспортировке УВ.
6. Влияние нефтегазоперерабатывающих заводов на экологическую безопасность мегаполисов.
7. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при консервации скважин.
8. Методы уменьшения и предотвращения загрязнений ОС при консервации месторождений.

#### **Лекция № 6**

«Загрязнение окружающей среды при интенсификации добычи нефти. Охрана природных вод. Нарушение состава и режима подземных вод. Технология очистки сточных вод»

1. Способы борьбы с нефтезагрязнениями водных объектов.
2. Методы очистки сточных вод НПЗ.
3. Техногенное воздействие на подземные воды при разработке нефтегазового месторождения.
4. Нарушение состава и режима подземных вод.
5. Нарушение состава и режима поверхностных источников водоснабжения населения.
6. Схемы очистки сточных вод НПЗ.
7. Предотвращение загрязнения ОС при заводнении пласта для поддержания пластового давления.
8. Предотвращение загрязнения ОС при газификации пласта для поддержания пластового давления.
9. Способы интенсификации нефтедобычи и в системе экологической безопасности.
10. Классификация водных ресурсов. Негативное влияние нефтегазодобывающего комплекса на каждый вид вод.

#### **Лекция № 7**

«Экологическое моделирование, картирование и районирование»

1. Экологическая карта и характеристика Донецко-Приднепровского района.
2. Экологическая карта и характеристика Карпатского района.
3. Экологическая карта и характеристика района Чёрного и Азовского морей.
4. Экологическая карта и характеристика Харьковского района.
5. Экологическая карта и характеристика Донецко-Приднепровского района.
6. Экологическая карта и характеристика Львовской области.
7. Экологическая карта и характеристика северного района Украины.
8. Экологическая карта и характеристика Украины.
9. Экологическая карта и характеристика АР Крым.
10. Экологическая карта и характеристика центрально района Украины.

#### **Лекция № 8**

«Охрана недр и геологической среды. Охрана земельных ресурсов. Рекультивация земель»

1. Способы охраны земельных ресурсов.
2. Экологическая суть рекультивации земель.

3. Биологическая рекультивация.
4. Рекультивация земли после бурения скважин.
5. Рекультивация земель после консервации месторождения.

#### **Лекция № 9**

«Экологический мониторинг объектов нефтегазодобывающей инфраструктуры»

1. Экологическая суть мониторинга.
2. Экологический мониторинг нефтегазодобывающей отрасли.
3. Экологический мониторинг нефтегазоперерабатывающей отрасли.
4. Экологический мониторинг загрязнений биосферы.
5. Экологический мониторинг загрязнений атмосферы.
6. Экологический мониторинг загрязнений гидросферы.
7. Экологический мониторинг загрязнений литосферы.

#### **Лекция № 10**

«Переработка отходов производства нефтегазового комплекса и обезвреживание их в системе экологической безопасности»

1. Переработка отходов нефтегазодобывающего комплекса.
2. Переработка отходов нефтеперерабатывающего производства.
3. Новые технологии по переработке отходов нефтегазового комплекса.
4. Обезвреживание отходов нефтегазового комплекса в системе сбор-подготовка-транспортировка УВ.
5. Обезвреживание и переработка отходов при строительстве нефтегазового комплекса.

#### **Лекция № 11**

«Аварийные ситуации на нефтепромысловых объектах как причина комплексного воздействия на окружающую среду»

1. Способы предотвращения негативных последствий аварий при бурении скважин.
2. Способы предотвращения негативных последствий аварий при эксплуатации скважин.
3. Способы предотвращения негативных последствий аварий на нефтегазопроводах.
4. Способы предотвращения негативных последствий аварий при интенсификации добычи УВ.

#### **Лекция № 12**

«Экономическая эффективность природоохранных мероприятий, проектируемых при разработке нефтяного месторождения.

Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтегазовой промышленности»

1. Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтедобывающей промышленности.
2. Опасные и вредные производственные факторы на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности.
3. Экономико-экологическая характеристика нефтегазодобывающих производств.
4. Экономическая зависимость нефтегазоперерабатывающего производства от системы экологической безопасности.

#### **Лекция № 13**

«Экологические угрозы проектов по добыче сланцевого газа»

1. Оценка влияния развития добычи сланцевого газа на экологическую ситуацию в Украине.
2. Оценка влияния развития добычи сланцевого газа на экологическую ситуацию в Харьковской области.
3. Оценка влияния развития добычи сланцевого газа на экологическую ситуацию в Карпатах.
4. Оценка влияния развития добычи сланцевого газа на экологическую ситуацию в Полтавской области.
5. Экологические угрозы проектов по добыче сланцевого газа.

6. Текущее состояние и экологические перспективы развития добычи сланцевого газа в Украине.

*Лекция № 14*

«Экологическая экспертиза»

1. Система ОВОС. Структура, задачи, функции.
2. Нормирование санитарных и защитных зон.
3. Экологические стандарты.
4. Экологическое проектирование.



## МОДУЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

На МКР выносятся 20 вопросов со всех вычитанных на лекциях тем. Каждый вопрос оценивается определённым количеством баллов. Всего в сумме максимально студент может набрать 100 баллов.

Шкала оценки:

Баллы	Оценка
86 - 100	5 А
76 - 85	4 В
65 - 75	4 С
56 - 64	3 D
50 - 55	3 E
Менее 50	2

### **Вопросы МКР №1:**

1. Природоохранные мероприятия при строительстве скважин.
2. Что такое ОВГС?
3. Концентрация химического вещества (соединения), которая при ежедневном воздействии на организм человека в течение длительного времени не вызывает каких-либо патологических изменений или заболеваний, называется.....
4. При какой особенности нефтегазового производства нарушается равновесие литосферы?
5. Какие фильтры применяются для очистки сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами?
6. Комплексная научная дисциплина, изучающая взаимодействие промышленного производства с окружающей природной средой и обеспечивающая создание и рациональное функционирование природно-промышленных систем называется.....
7. Замкнутый цикл оборотного водоснабжения при интенсификации добычи нефти.
8. Перечислить виды антропогенного воздействия на ГС.
9. Процесс обмена веществом, энергией или информацией с природными компонентами, в результате которого в них происходят качественные и количественные изменения (нарушения или загрязнения) компонентов природной среды, превышающие предельно-допустимые нормативы – это.....
10. Объектами загрязнения ОС при бурении являются:
11. Что такое ПДС?
12. Этапы поисково-разведочных работ.
13. Химические реагенты, применяемые для интенсификации процессов разрушения эмульсии на установках подготовки нефти, называются.....
14. К чему приводит рост нагрузок на грунты при строительстве буровой?
15. Правила охраны ОС при интенсификации добычи нефти.
16. Группы продуктов, получаемых из нефти при её переработке.
17. Назовите 5 временных и 1 постоянный источники загрязнения ОС при бурении скважин?
18. Какое негативное экологическое влияние является общим для всех видов строительства нефтегазодобывающего комплекса?
19. Какие загрязнения биосферы вызывают НПЗ при переработке УВ и к каким последствиям это приводит?
20. Пять особенностей нефтегазодобывающего производства.
21. Количество кислорода, необходимое для химического окисления содержащихся в воде органических веществ – это....

22. Количество кислорода, необходимое на аэробное биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в воде, за определённый промежуток времени – это...
23. Какие методы очистки сточных вод применяются для их обеззараживания?
24. Физико-химические методы очистки вод.
25. Что используют для биологической очистки вод?
26. Верхняя часть литосферы и подземная гидросфера, находящиеся под влиянием хозяйственной деятельности человека, называется ....
27. Что такое ОВОС?
28. Основные компоненты ГС?
29. Комплекс мероприятий, направленный на рациональное использование природных ресурсов, их потерь, предотвращение загрязнений ОС – это...
30. Система ОВГС включает в себя:
31. Основные компоненты ОС.
32. Нефтегазовое строительство предусматривает следующие технологические процессы:
33. При каком виде строительства в нефтегазовом комплексе используются большие объёмы воды и на каком этапе?
34. Загрязнители ОС при проходке и оборудовании скважин?
35. Эксплуатационная надёжность и экологическая безопасность любого типа подземных хранилищ обеспечивается:
36. Какие стадии включает в себя региональный этап поисково-разведочных работ?
37. При каких обязательных условиях проводится разведка залежи?
38. При каких обязательных условиях проводится разведка залежи?
39. На какие группы разделяются источники загрязнения ОС при бурении?
40. Особую опасность с точки зрения загрязнения ОС при морском бурении представляют:
41. Одной из важнейших и сложных проблем охраны акваторий является:
42. Комплекс мероприятий по охране ОС и ГС при бурении.
43. Основные технологические процессы нефтегазодобывающего производства.
44. Основные загрязнители ОС при технологических процессах нефтегазодобычи.
45. При какой концентрации СО в воздухе наступает смерть?
46. При концентрации 0,04 мг/м<sup>3</sup> в воздухе какого вещества смерть наступает мгновенно?
47. ПДК СО<sub>2</sub> в воздухе.
48. Что такое ПДК (расшифровать)?
49. ПДК паров бензина.
50. Промысловая подготовка нефти и газа включает такие процессы:
51. Основные источники загрязнения ОС при эксплуатации систем сбора и транспортировки продукции скважин:
52. Причины загрязнения ОС в системе сбора нефти и газа.
53. Основным источником загрязнения ОС при переработке УВ является...
54. Последствия загрязнения вод мирового океана продуктами переработки УВ.
55. Причины возникновения негативных экологических последствий при всех видах транспортировки УВ.
56. Наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке.
57. Основная задача карты техногенной нагрузки – это...
58. По каким признакам классифицируются экологические карты?
59. Что такое экологическое моделирование?
60. Цель экологического районирования - ...

### **Вопросы МКР №2:**

1. Минимальные техногенные нарушения фиксируются на площадях, расположенных в \_\_\_\_\_, а максимальные - \_\_\_\_\_;
2. Основные направления рекультивации.
3. Отношение рекультивируемых земель к общему количеству изъятых из оборота площадей, называется....;
4. Что такое санитарно-гигиеническое и природоохранное направление рекультивации?
5. Этапы рекультивации.
6. I этап рекультивации.
7. II этап рекультивации.
8. Группы пород, от которых зависят те или иные мероприятия по рекультивации и порядок их размещения при формировании отвалов.
9. Классификация мониторинга по территориальному принципу.
10. Основные цели мониторинга в процессе разработки нефтегазового месторождения.
11. Что является объектом локального мониторинга?
12. Что такое «точечный» мониторинг?
13. Уровни в системе мониторинга.
14. Что такое СЗЗ и её функция?
15. Где проводится отбор проб воды, воздуха, почвы в районе нефтегазодобывающего производства?
16. В состав шламовых амбаров входят:
17. Что такое рециклинг?
18. Рециклинг бурового шлама (схема):
19. Методы переработки нефтешламов.
20. Какой из методов разделения нефтешламов является наиболее перспективным?
21. Технологические стадии ликвидации шламовых амбаров.
22. Первая стадия ликвидации бурового шлама.
23. Что такое солидификация?
24. Что такое зона экологического бедствия?
25. Экологическая безопасность – это...
26. Основные причины аварий нефтегазового производства с пояснением.
27. Виды аварий на нефтегазовых предприятиях.
28. Негативные последствия при разливе нефти на море в точке бурения.
29. Что такое АСПЛА?
30. Функции АСПЛА.
31. Комплекс мероприятий по экологической безопасности.
32. Опасный производственный фактор - это...
33. Вредный производственный фактор – это...
34. Классификация опасных и вредных производственных факторов.
35. Классификация вредных веществ по характеру воздействия на организм человека.
36. Признаки отравления парами нефти, бензина, керосина, углеводородных газов.
37. Наименьшая концентрация горючих паров и газов, при которой УЖЕ возможен взрыв – это...
38. Наибольшая концентрация горючих паров и газов, при которой ЕЩЁ возможен взрыв – это...
39. Диапазон взрываемости – это
40. Мероприятия по предупреждению возникновения искровых разрядов при закачивании нефти в резервуар.
41. Классификация помещений и рабочих зон по взрыво- и пожароопасности.
42. Экологические угрозы при добыче сланцевых газов.
43. Последствия добычи сланцевых газов.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ДОКЛАДА (РЕФЕРАТА)

Министерство образования и науки Украины  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

Факультет технологии органических веществ  
Кафедра добычи нефти, газа и конденсата

ДОКЛАД (РЕФЕРАТ)\*

По дисциплине «Экологическая безопасность»

На тему: **«Понятие о биосфере»**

Выполнил (-ла):  
Студент (-ка) группы О-6\_\_  
ФИО

Харьков – 20\_\_

\* Структура реферата: содержание, введение, основная часть, вывод.  
Структура доклада: тезисное изложение темы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксёнов В.И., Ладыгичев М.Г., Ничкова И.И., Никулин В.А., Кляйн С.Э., Аксёнов Е.В. Водное хозяйство промышленных предприятий: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1/ Под. ред. Аксёнова В.И. – М.: Теплотехник, 2005. – 640 с.
2. Баширов В.В. Техника и технология поэтапного удаления и переработки амбарных шламов. – М., 1992.
3. Бельдеева Л.Н. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – Барнаул: АлтГТУ, 1999. – 122 с.
4. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления: Справочное издание. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2000. – 496 с.
5. ГОСТ 12.0.0003-74ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
6. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
7. ГОСТ 17.1.3.05-82. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
8. ГОСТ 17.1.3.10-83. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами при транспортировании по трубопроводу.
9. ГОСТ 17.1.3.12-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше.
10. Карабалин У.С. Методы ликвидации и предупреждения аварийных ситуаций при освоении месторождений углеводородного сырья: Монография. – Алматы, 2008. – 185 с.
11. Кесельман Г.С., Махмудбеков Э.А. Защита окружающей среды при добыче, транспорте, и хранении нефти и газа. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
12. Мирзаев Г.Г., Иванов Б.А., Щербаков В.М., Проскуряков Н.М. Экология горного производства: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1991. – 320 с.
13. Полозов М.Б. Экология нефтегазодобывающего комплекса: Учебно-методическое пособие. – Ижевск: Удмуртский университет, 2012. – 174 с.
14. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и методы ликвидации аварий и осложнений в бурении: Учебное пособие для профтехобразования. – М.: Недра, 1987. – 237 с.
15. Соловьёв В.О., Фык И.М., Варавина Е.П. Экологическая безопасность в нефтегазовом деле: Учебное пособие. – Х.: НТУ «ХПИ», 2012. – 96 с.
16. Соловьёв В.О., Фык И.М., Прибылова В.И. Экологическая геология: Учебное пособие. – Харьков, 2012. – 160 с.
17. Солодкий В.Д., Товажнянский Л.Л., Сакара Ю.Д. Основи екологічної безпеки: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 176 с.
18. Суярко В.Г., Сердюкова О.О., Сухов В.В. Загальна та нафтогазова геологія: Навчальний посібник. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2013. – 212 с.
19. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе: Учебное пособие. – Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2009. – 352 с.: ил.
20. Цхадая Н.Д., Голубев Ю.Д., Бердник А.Г. Инженерная экология нефтегазового комплекса: Учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2. – Ухта: УГТУ, 2013. – 100 с.