

# **Источники разливов при бурении скважин на нефтяных месторождениях**

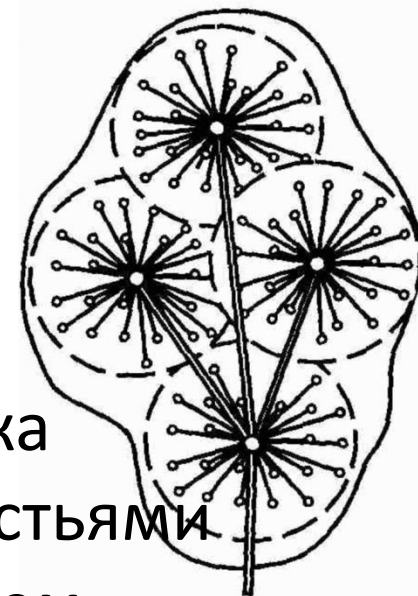
Раздел 1 (часть 2)

# План

- **1. Источники загрязнения окружающей среды при бурении нефтяных и газовых скважин**
- **2. Методы предотвращения загрязнения окружающей среды при бурении нефтяных и газовых скважин**
- **3. Утилизация и обезвреживание отходов бурения скважин**
- **4. Утилизация буровых растворов**
- **5. Очистка буровых сточных вод**

# Куст скважин

- Под кусты скважин отводятся площадки естественного или искусственного участка территории с расположенными на ней устьями скважин, технологическим оборудованием, инженерными коммуникациями и служебными помещениями. В составе укрупненного куста может находиться несколько десятков наклонно-направленных скважин. Суммарный дебит по нефти одного куста скважин принимается до 4000 м<sup>3</sup>/сутки, а газовый фактор – до 200 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.



# 1. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

# Загрязнение атмосферы

- залповые выбросы при нефте- и газопроявлениях,
- сжигание углеводородов на факельных установках при очистке призабойной зоны пласта,
- термическое обезвреживание буровых шламов,
- длительные испытания пробуренных скважин,
- дизельные приводы и котельные установки на буровых.

**В период цементации обсадных колонн  
продолжительностью до 24 ч выбрасывается (кг)**

- $\text{NO}_x$  — 1300,**
- CO — 1140,**
- $\text{SO}_2$  — 142,**
- УВ — 16,**
- сажа — 18.**

Горящие факелы загрязняют атмосферу сернистыми соединениями, отчего в радиусе до 250 м от факелов полностью уничтожается всякая растительность, на расстоянии до 3 км деревья сохнут и сбрасывают листья.



# Неуправляемые выбросы

- Ежегодно в России в районах добычи нефти и газа в год происходит один неуправляемый выброс на 1000 скважин.



# Основные загрязнители **ПОЧВ** и **водного бассейна**

- буровые растворы и промывочные жидкости,
- буровые шламы,
- цементы,
- утяжелители,
- реагенты воздействия на пласт,
- пластовая жидкость,
- нефтепродукты,
- другое.

# *Буровой раствор*

- – многокомпонентная дисперсная система жидкостей, применяемых для промывки скважин в процессе бурения.

# буровой раствор

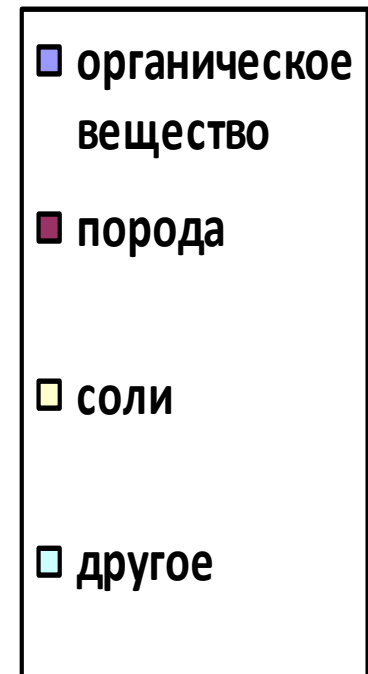
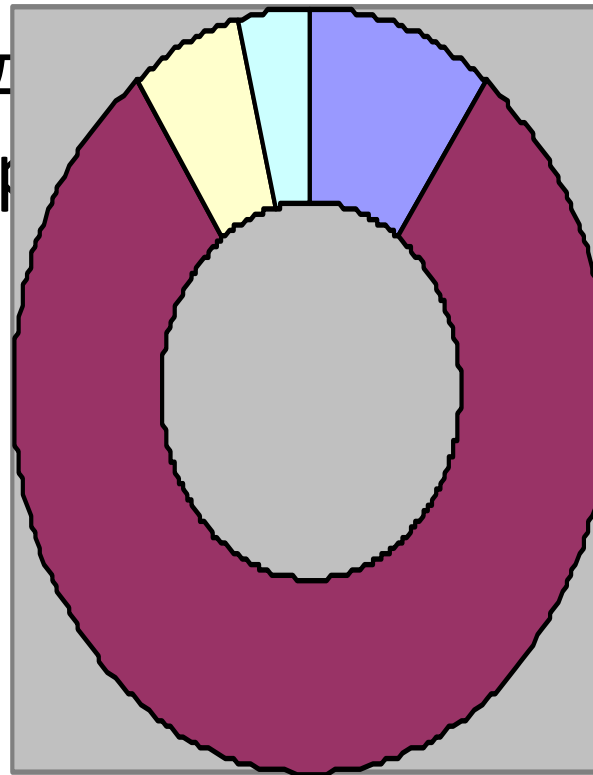
- вынос частиц выбуренной породы и очистка забоя,
- укрепление стенок скважины глиной,
- охлаждение инструментов и оборудования (долота, турбобура, электробура и колонны),
- передача энергии турбобуру,
- защита оборудования от коррозии и др.


# Отработанный буровой раствор

- В отработанных буровых растворах (ОБР) содержатся такие элементы I и II классов опасности, как **свинец**, **ртуть**, **фосфор**, **кадмий**, **цинк**, **медь**, **кобальт**, содержание которых во много десятков раз превышает ПДК в воде.

# Буровой шлам

- это смесь выбуренной породы и бурового раствора удаляемая из циркуляционной системы буровой различными очистными устройствами.



- 
- *Шламовые амбары* сооружаются с расчётным объёмом 500 или 800 м<sup>3</sup> на одну скважину. Совместное хранение всех отходов бурения не даёт возможности утилизировать их, а из-за несовершенства конструкций амбаров и специфич почвенно-ландшафтных условий не обеспечивается надёжная защита окружающей среды.

- При некачественном цементировании буровые растворы могут попасть в заколонное пространство. Кроме того, при поглощении пластом буровые растворы могут стать основным источником загрязнения недр, поскольку зона их проникновения в пласт может быть весьма значительной. При этом химические реагенты промывочной жидкости могут вызвать необратимые изменения в пласте.

В процессах бурения, новых методах обработки призабойной зоны пласта и методах увеличения нефтеотдачи используются:

- *неорганические реагенты* (кислоты, щелочи, соли, оксиды металлов и т. п.),
- *продукты* нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности, полученные на базе углеводородов нефти и газа
- *отходы* производства нефтепереработки и нефтехимии



- Широкое применение органических реагентов в нефтяной и газовой промышленности усложняет в этих отраслях решение задач по охране окружающей среды.

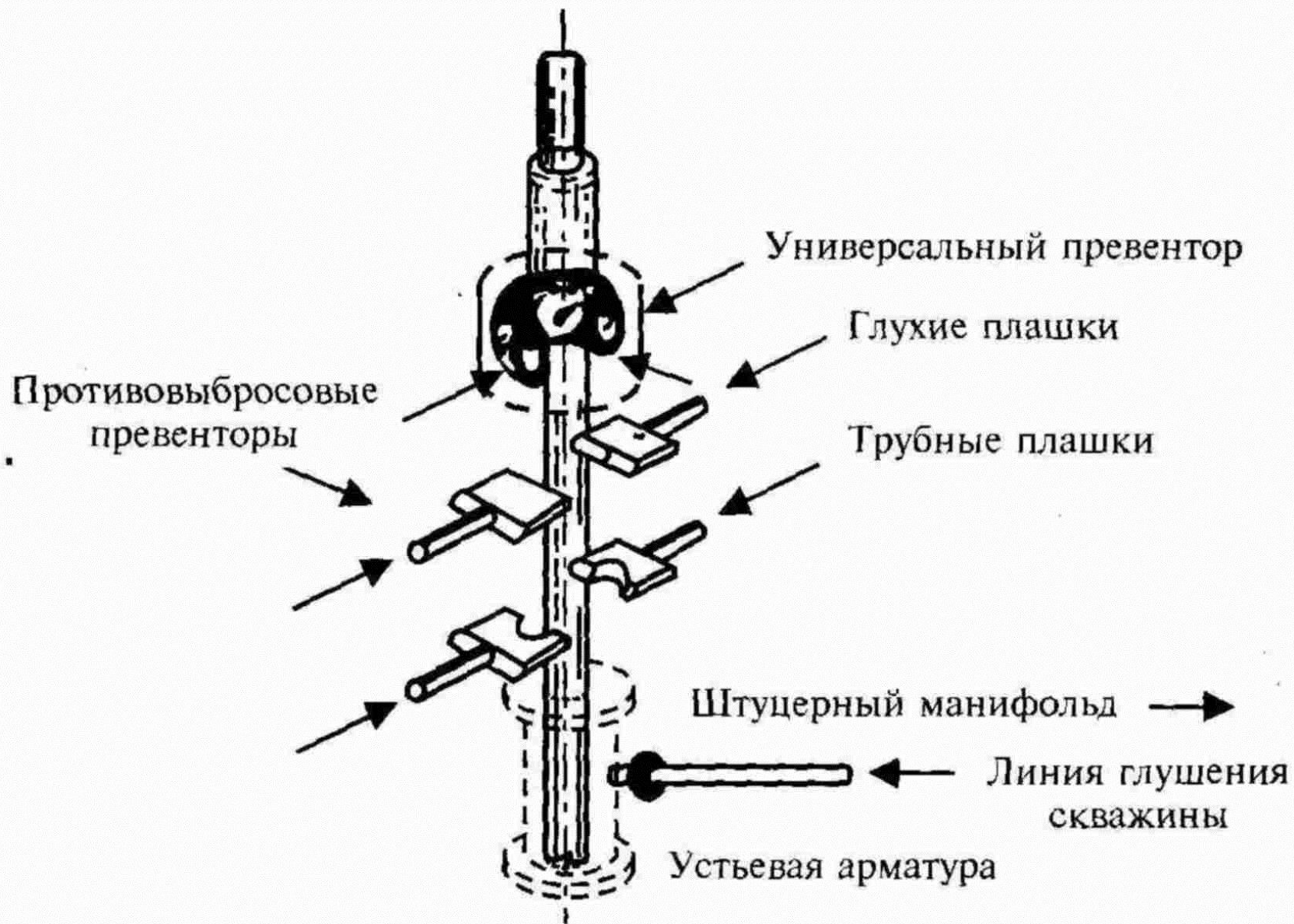
## В процессе бурения и освоения скважин при нарушениях технологии возможны

- прорывы нефти и газа в водоносные пласты,
- грифоны
- открытое фонтанирование
- при разгерметизации скважин действующего фонда - межколонные и заколонные перетоки нефти с выходом на поверхность

# Открытые фонтаны

- Нефть и газ могут выбросить из скважины буровой раствор, если пластовое давление высокое, а раствор имеет недостаточно высокую плотность. В таких случаях возникает нефтяной или газовый фонтан. Как правило, открытые фонтаны возникают там, где нарушается технология проводки скважин и применяется несоответствующее устьевое и противовыбросовое оборудование.

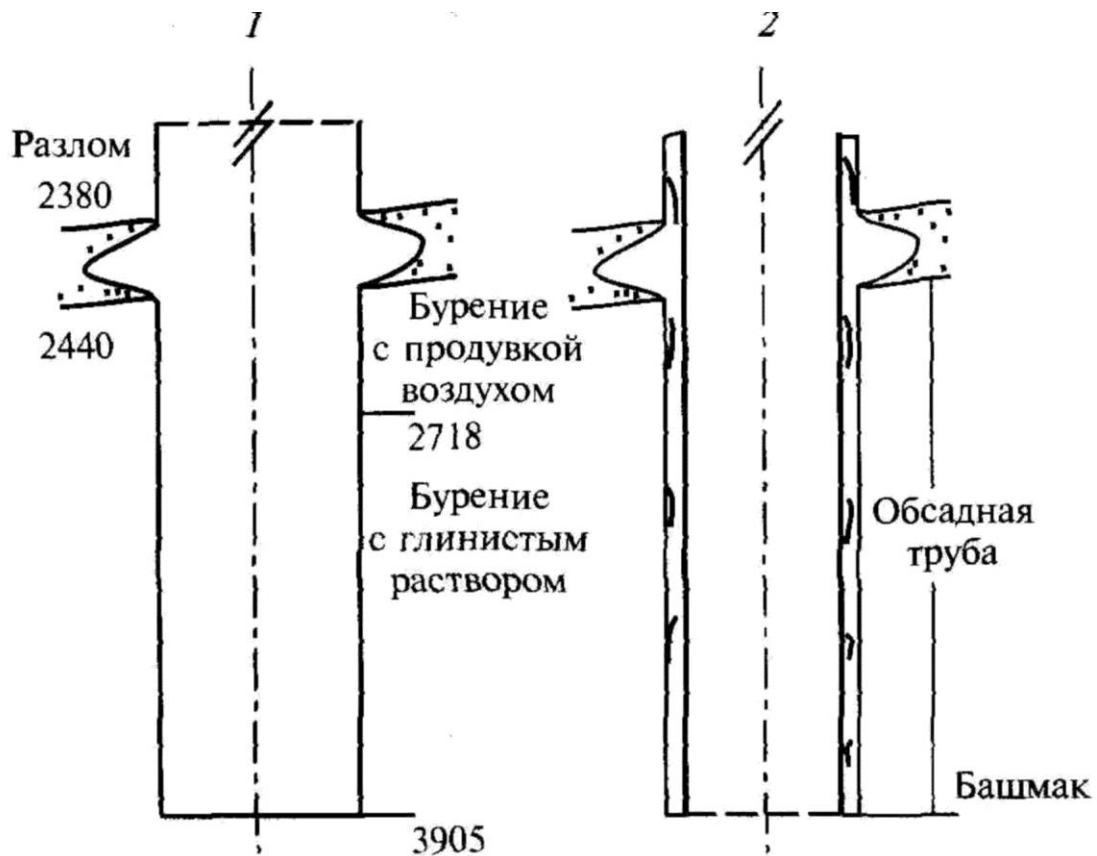




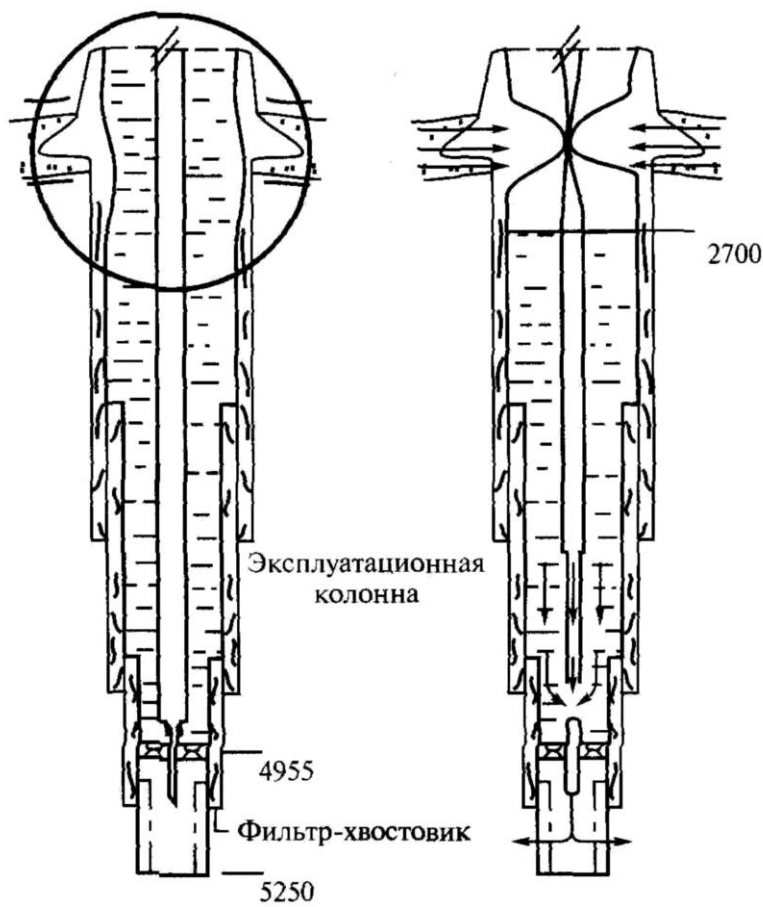
# Аварии на буровой

- называют потерю подвижности (прихват) спущенной в скважину колонны труб, поломки, отвинчивание и оставление в скважине долота, забойного двигателя, частей колонн бурильных и обсадных труб, падение в скважину металлических предметов, отрыв глубинных насосов при добыче нефти.

1 — бурение скважины диаметром 350 мм с продувкой воздухом, вывалы породы на уровне разлома; 2 — крепление скважины обсадной трубой и цементация;



3 — повышение давления в зоне разлома за счет притока газа из пласта через цементный камень; 4 — смятие обсадных и насосно-компрессорных труб





# Основные загрязнители **ПОЧВ** и **водного бассейна**

- буровые растворы и промывочные жидкости,
- буровые шламы,
- цементы,
- утяжелители,
- реагенты воздействия на пласт,
- пластовая жидкость,
- нефтепродукты,
- др

# Пластовые воды

- К опасным видам осложнений относится приток высокоминерализованной воды (рапы). Общая минерализация рапы может достигать 600 г/л, плотность— 1360 кг/м<sup>3</sup>, температура на выходе из скважины 110 °С. Рапа оказывает коррозионное воздействие на наземное оборудование, буровые и обсадные трубы, а также на цементный камень.

*Причинами воздействия могут быть :*

- аварийные выбросы пластовой жидкости,
- низкая герметичность оборудования,
- плохой цементаж,
- сброс неочищенных сточных вод,
- прорывы и переполнение амбаров.

## 2. МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

# Сероводород

- Концентрация сероводорода 1 мг/л вызывает мгновенную смерть от паралича дыхательного центра.
- В условиях *сероводородной агрессии* происходит сульфидное растрескивание сталей и, как следствие, разрушение бурильных, обсадных и насосно-компрессорных труб, устьевого и нефтепромыслового оборудования, разрушение цементного камня и ухудшение свойств буровых растворов.
- При появлении в растворе на водной основе сероводорода необходимо добавлять в раствор ингибиторы коррозии, способные связывать серу в трудно растворимые соединения.
- В условиях сероводородной агрессии необходимо использовать оборудование, изготовленное из специальных сталей и тампонажные материалы, стойкие к воздействию сероводорода.

- Рекомендуется метод химического связывания сероводорода **хлорным железом непосредственно в пласте.**
- Для химического связывания сероводорода рекомендуется использовать реагент Т-66 (1,3-дигидроксициклоалканы)

- Наиболее эффективным методом снижения выбросов  $\text{NO}_x$  и сажи *дизелями буровых установок* (мощностью 700 кВт) является установка нейтрализаторов и сажевых фильтров.
- Для снижения выбросов СО и УВ используют сотовые вставки с платинородиевым покрытием. Срок их работы 20 тыс. ч при степени преобразования СО до уровня 90%.
- Цементировочные агрегаты кроме того оборудуются установками мокрой очистки, где в качестве сорбента используют раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с эффективностью очистки газов до 98 %. После отработки токсичная жидкость, обогащенная сажей, используется для затворения тампонажной смеси.

# комплекс мероприятий для предотвращения загрязнения воздуха:

- оптимизировать размещение предприятий с учётом ландшафтно-климатических и метеорологических условий, принципа суммирования вредных факторов нескольких объектов, используя многофакторное математическое моделирование;
- производить нормирование выбросов в атмосферу непосредственно на предприятии;
- организовать мониторинг выбросов с немедленным принятием мер;
- **внедрять надёжное скважинное оборудование, обеспечивающее герметичность и предотвращение аварийных газовых выбросов;**
- двигатели внутреннего сгорания на буровых установках оборудовать специальными фильтрами, исключающими выбросы остатков несгоревших нефтепродуктов в атмосферу;
- **ремонт скважин осуществлять с продувкой в промысловую сеть и с использованием сепаратора жидкой фазы и механических примесей;**
- использовать оборудование и реагенты, снижающие время освоения скважин, уменьшая таким образом объёмы попадающего в атмосферу газа;
- в целях сокращения продувок, а следовательно, и выбросов лёгких углеводородов в атмосферу, при удалении жидкости из скважин необходимо проводить обработку скважин поверхностно-активными веществами;
- **необходимо введение добавок в буровые растворы для превращения свободного сероводорода в сульфиды.**

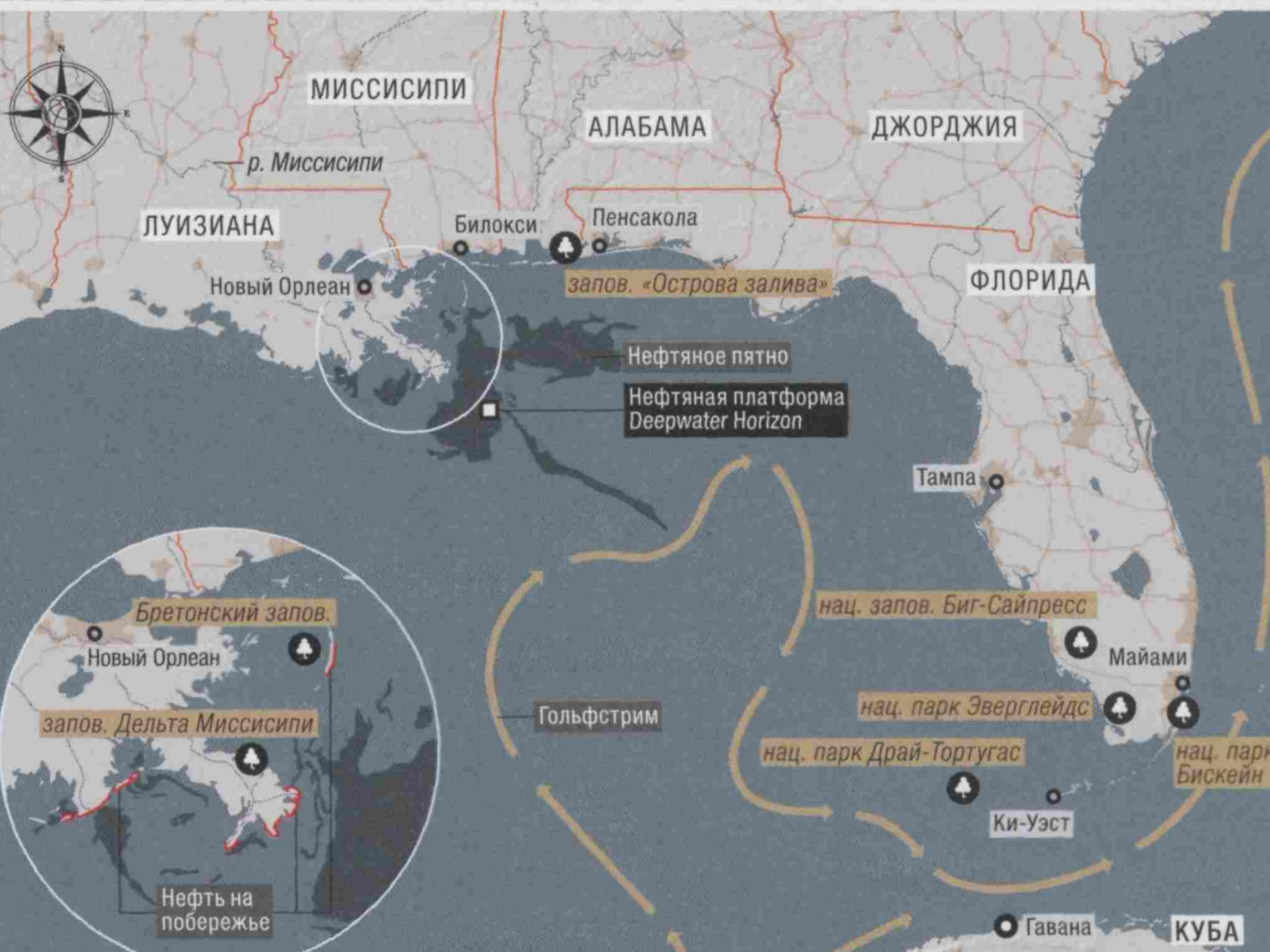


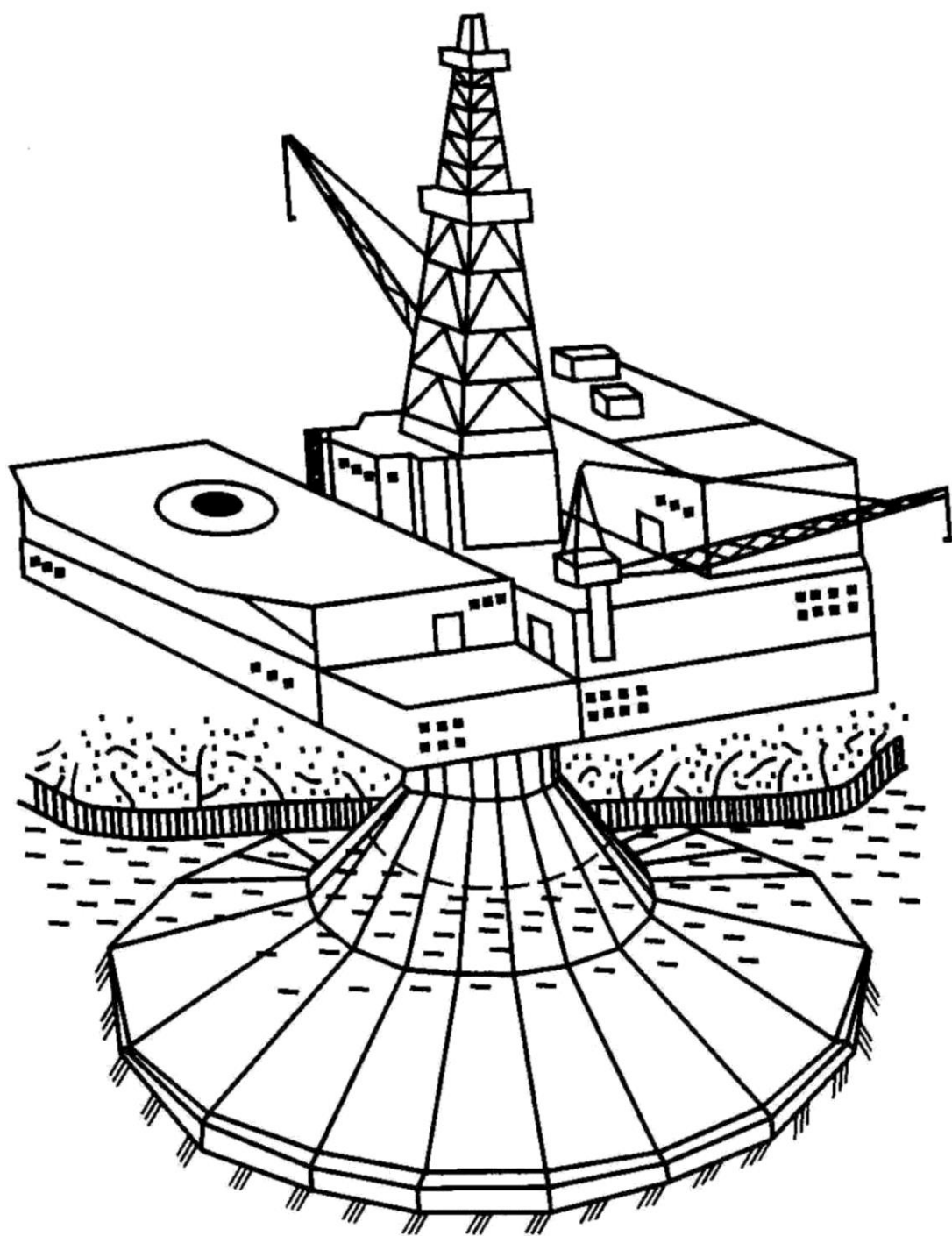
# Предотвращение загрязнения водного бассейна, почвы

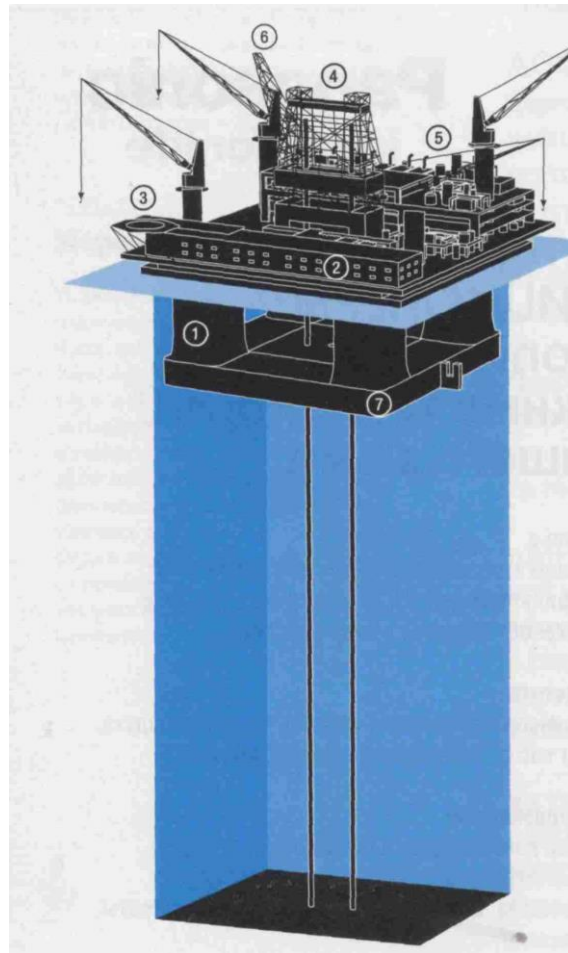
- проводить бурение скважин с замкнутой циркуляционной системой
- осваивать безамбарный способ бурения с применением экологически чистых *флокулянтов*;
- комплектовать буровые установки оборудованием для очистки отработанных буровых растворов и высокоэффективными реагентами водоочистки;
- создавать станции очистки загрязнённых промывочных вод, установки по переработке буровых шламов, регенерации технологических жидкостей

# Для предприятий, ведущих разработку месторождений нефти и газа в шельфовой зоне

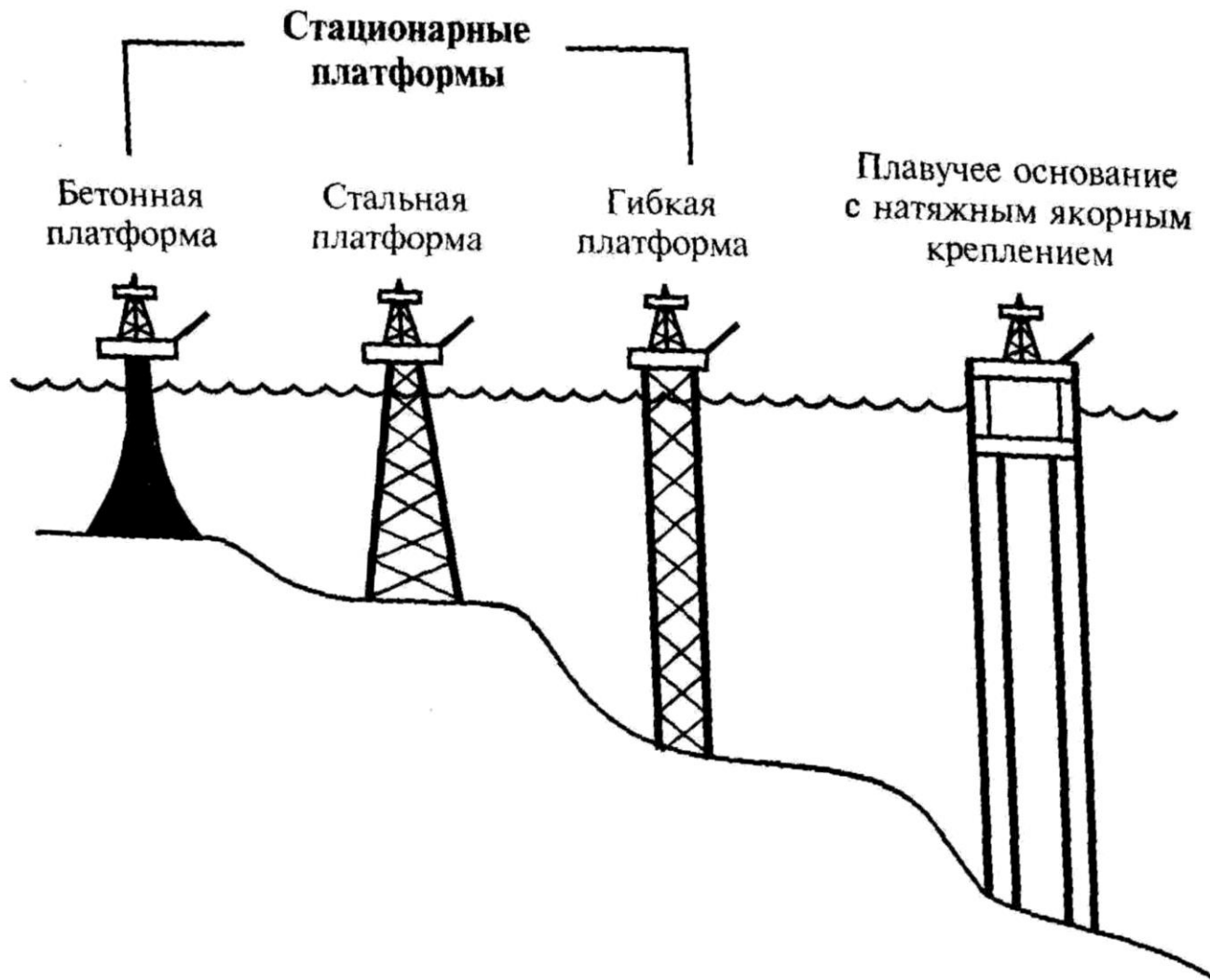
- сокращение водопотребления, снижение объёмов и улучшение качества сбрасываемых вод







# Варианты систем бурения и разработки



# 3. УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

# методы ликвидации и обезвреживания отходов бурения

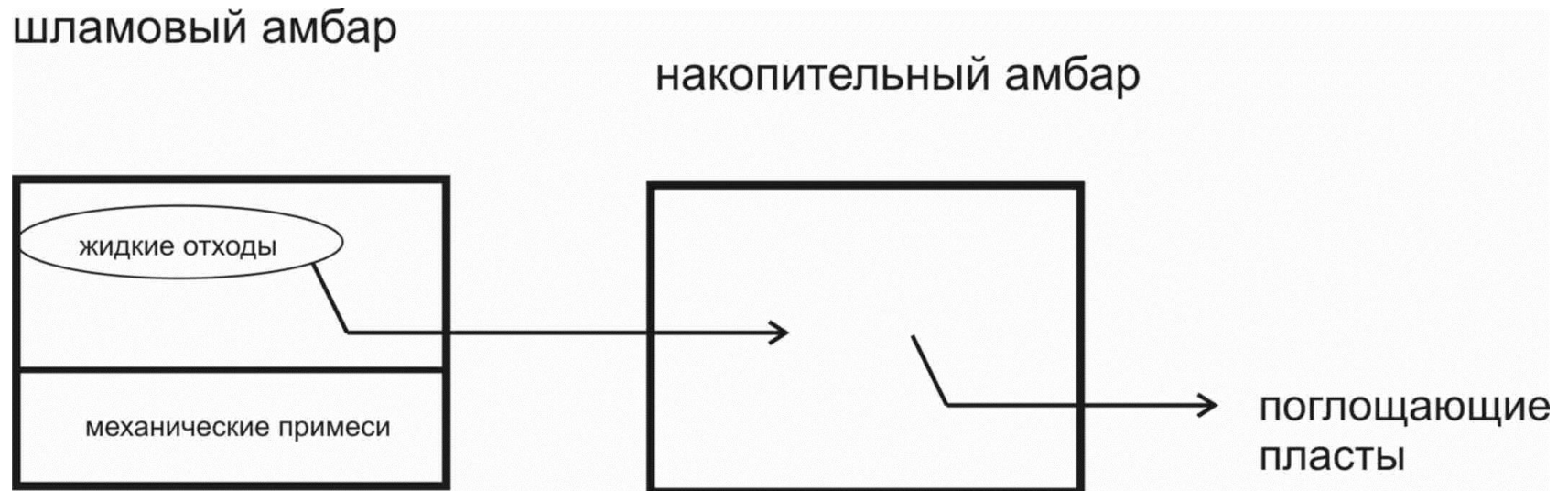
- естественное испарение,
- термическая и химическая обработка,
- закачка в поглощающие горизонты,
- «выдавливание» в узкие траншеи,
- вывоз на поля испарения.



- *Термическая обработка стоков* (выжигание содержимого земляных амбаров с помощью специальных установок) является пока экономически невыгодной. Производительность этого метода недостаточно высока (8-10 м<sup>3</sup>/ч) при большом расходе топлива.

- *Закачка стоков из земляных амбаров буровой в поглощающие горизонты* является одним из надёжных методов снижения загрязнения окружающей среды отходами бурения и особенно рациональным представляется для кустового бурения, то есть в тех районах, где на одной площади расположено много скважин

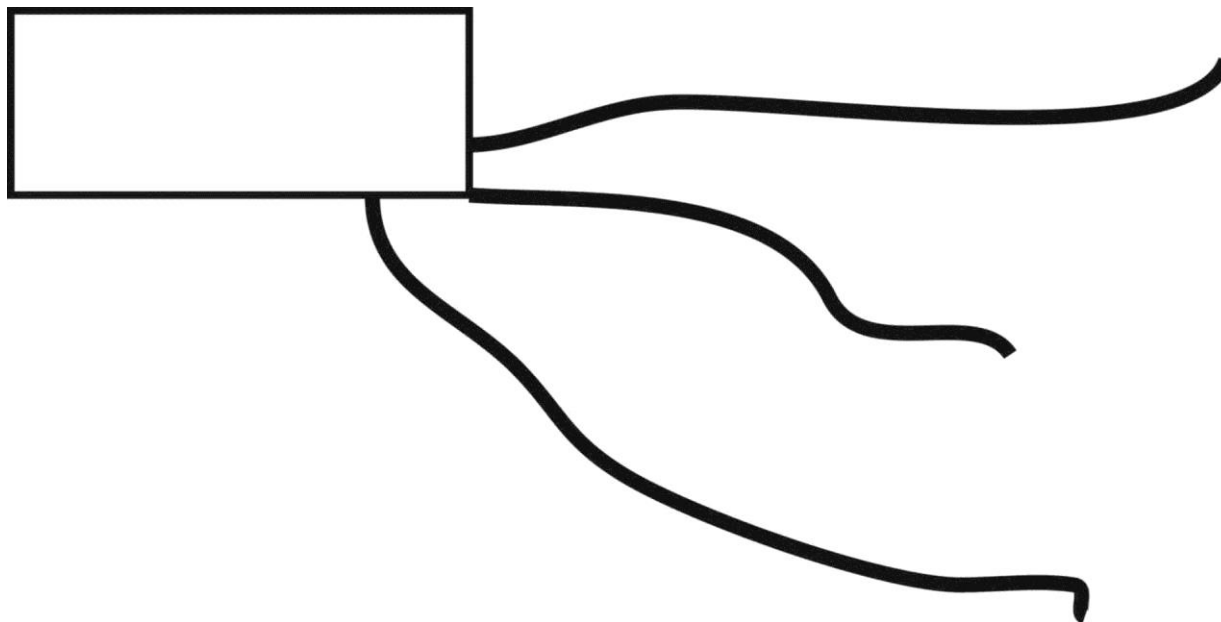
# Закачка в поглощающие горизонты



# «Выдавливание» содержимого амбаров

- используется довольно широко и состоит в том, что вплотную к земляному амбару роют несколько траншей глубиной до 5 м, а затем перемычки между траншеями и амбаром разрушают и после заполнения траншей стоками их засыпают землёй. Густой осадок, который не вытекает в траншеи, остаётся в земляном амбаре и после подсыхания засыпается землёй.

# «Выдавливание» содержимого амбаров



# Вывоз на поля испарения

- При другом используемом способе удаления отходов бурения стоки вывозятся на поля испарения, которые представляют собой специально облицованные или бетонированные амбары ёмкостью 15000-20000 м<sup>3</sup>. В течение двух лет сточные воды отстаиваются в них, очищенная после отстоя вода откачивается и потребляется на различные технологические нужды, а амбар засыпается землёй. Затем рекультивируемый участок очищают и перепахивают на такую глубину, чтобы после покрытия плодородным грунтом толщина очищенного слоя составляла 0,7 м. Этот способ экономически целесообразно использовать в том случае, когда расстояние до полей испарения не превышает 30 км.

## 4. Утилизация буровых растворов- различные технологические решения

- ▣ сбор и утилизация отходов бурения являются сегодня наиболее актуальными проблемами при бурении скважин

# ***Ступенчатые системы очистки***

- Отделение твёрдой фазы



# ***Получение отвержденных смесей для изоляции зон поглощения***

- В качестве отвердителей можно использовать синтетические смолы, цемент, гипс. Образованное таким образом вещество нерастворимо в пластовых флюидах, непроницаемо и устойчиво к коррозии в водных растворах солей одновалентных металлов.

# **Вывоз**

- Для защиты окружающей среды избыточный глинистый раствор может быть также *вывезен в специально отведённое* для последующей утилизации место.

## ***Утилизации избыточных буровых растворов вместе с буровым шламом***

- Предложено и реализовано *несколько вариантов утилизации избыточных буровых растворов вместе с буровым шламом, например, при изготовлении керамзита, грубой строительной керамики.*

# ***Подземное захоронение разбавленных буровых растворов***

- Промывочные жидкости после окончания буровых работ отделяют от нефтяных добавок в сепараторе
- затем их проверяют на ПДК отдельных химических реагентов.

- Установление ПДК для буровых растворов и их компонентов являются сегодня наиболее актуальными проблемами при бурении скважин

## Кратность разбавления буровых растворов, обеспечивающая ДДК добавок

Добавка	Максимальное содержание добавки в БР, % масс.	ПДК, г/л	Необходимая кратность разбавления
Барит	60	0,05	12000
Na-КМЦ	3	0,02	1500
ССБ	5	0,025	2000
Каустическая сода	1.5	0,028	530
Гидроксид кальция	1	0,05	200
Дихромат калия	0,2	0,015	133
ПФЛК	1	0,005	2000
Нитролигнин	1	0,4	25
Гумат натрия	3	1	30
Нефть	15	0,0005	3000000
Взвеси (глина, шлам и др.)	20	0,00025	800000

целесообразно *использовать нетоксичные или малотоксичные компоненты для приготовления промывочных жидкостей.*

- Некоторые применяемые реагенты опасности для объектов природной среды не представляют. Например, многие полимеры нетоксичны благодаря высокой молекулярной массе, которая лишает их возможности проникать через плёнку. Вещества, основанные на полисахаридах склонны к быстрому биологическому разложению.

# 5. ОЧИСТКА БУРОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД



- Например, при норме расхода воды на одну скважину 60 м<sup>3</sup>/сут около 40 м<sup>3</sup> обычно используется для охлаждения бурового оборудования и очистки *буровой*, остальное количество воды используется для приготовления бурового раствора. Некоторая часть этой воды (10-15%) при очистке пола буровой попадает в желоба и оттуда в буровой раствор.

# Составные части Буровые сточные воды :

- промывочн<sup>\*</sup>ые Воды образующиеся на ситоконвейерах при промывке водо# ПОР<sup>°</sup>ДЫ' извлекаемой из скважин,
- воды охлаждения штоков буров ^1X насосов,
- а также при смывании глинистого раствора, разл^того ПРИ спуско-подъёмных операциях.
- Загрязнение при других операциях

# Опасные вещества

- **нефть**
- феррохромлигносульфонат (ФХЛС),
- нитронный реагент НР-5,
- смазывающая добавка,
- синтетические жирные кислоты (СЖК)'
- конденсированная сульфит-спиртовая барда (КССБ)
- и полиэтиленоксид (ПЭО),

## Оценку загрязняющего воздействия веществ в БСВ обычно производят по ПДК, Однако

- в настоящее время значительное количество химических реагентов не имеют нормированных значений ПДК,
- некоторые химические реагенты, на которые утверждены ПДК, в процессе бурения претерпевают физико-химические изменения (термическая, окислительная, механическая деструкция и т.п.)
- В настоящее время нет методик определения содержания в сточных водах каждого химического реагента в отдельности

# Оценивается

- химическое потребление кислорода (ХПК)
- биологическое потребление кислорода (БПК)
- наличие нефти и нефтепродуктов

- Для определения степени загрязнения сточных вод отдельными химическими реагентами, применяемыми для бурения скважин, для ряда химреагентов определена **удельная окисляемость вещества** - величина окисляемости, вызываемая 1 г вещества в 1 л воды.

# Удельная окисляемость химических реагентов, применяемых для обработки буровых растворов

<b>Химический реагент</b>	<b>Удельная окисляемость, мг O<sub>2</sub>/л</b>	<b>Классификационная группа</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Фенолы эстонских сланцев (ФЭС)	1560	<b>1</b>
Конденсированная сульфитспиртовая барда (КССБ-2)	300	<b>1</b>
Гидролизированный полиакрилонитрил (Гипан)	145	<b>2</b>
Феррохромлигносульфонат (ФХСЛ)	140	<b>2</b>
Окисленный и хромозамещенный лигносульфонат (Окзил)	120	<b>2</b>
Высшие жирные спирты (ВЖС)	120	<b>3</b>
Крахмал	85	<b>3</b>
Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ-600)	65	<b>3</b>
Метакриловый сополимер (Метас)	60	<b>3</b>
Углекислотный реагент (УЦР)	30	<b>3</b>

- - загрязнитель «очень жёсткий» - удельная окисляемость 250 мг  $O_2$ /л и более;
- - загрязнитель «жёсткий» - удельная окисляемость 100-250 мг  $O_2$ /л;
- 3 - загрязнитель «мягкий» - удельная окисляемость до 100 мг  $O_2$ /л.



Для очистки буровых сточных вод наиболее распространённым является метод коагуляции.

Коагулянт	Доза коагулянта, мг/л	Прозрачность по Снеллену, см	Эффективность очистки, %	
			по механическим примесям	по окисляемому
1	2	3	4	5
NaAlO <sub>2</sub>	1000	3,5	51	46
Ba-212	500	6,0	75	71
FeCl <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	400+400	7,0	94	82
FeCl <sub>2</sub>	900	5,5	79	58
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	600	12,0	90	85

# В процессе буровых работ почва загрязняется:

- буровым раствором
- буровым шламом
- буровыми сточными водами
- **Объём воды, потребляемой одной буровой установкой, колеблется от 25 до 120 м<sup>3</sup>/сутки. Суточные объёмы образующихся сточных вод составляют 20-40 м<sup>3</sup> на одну скважину.**

# Литература

- Экология нефтегазового комплекса: учеб. пособие. Т. 1; под общей ред. А.И. Владимирова и В.В. Ремизова. - М.: ГУП изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2003. 416 с.
- Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности/А.И.Булатов, П.П.Макаренко, В.Ю.Шеметов. - М.: Недра, 1997. 483 с.
- Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ. / А.И. Гриценко, ГС. Аكوпова, В.М. Максимов. - М.: Наука, 1997. 598 с.
- Абросимов А.А. Экологические аспекты применения нефтепродуктов./ А.А. Абросимов, А.А. Гуреев. - М.: ОАО «ЦНИИТЭнефтехим», 1997. 92 с.
- Мембранная технология в решении экологических проблем газовой промышленности. / Т.С. Казарян, А.Д. Седых, Ф.Г. Гайнуллин и др. - М.: Недра, 1997. 227 с.
- Терминологический словарь по промышленной безопасности. / В.К. Шалаев. - М.: ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Ростехнадзора России», 2004. 376 с.