

Лекция №2-6.

Тема: Этапы освоения шельфовых месторождений

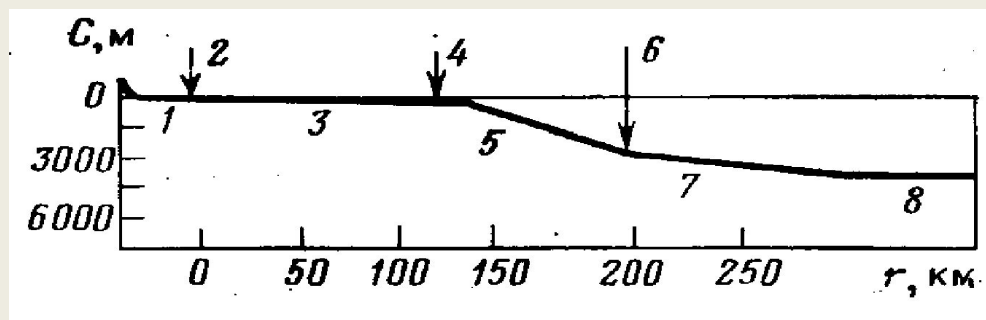
Цель: Ознакомиться с особенностями разработки шельфовых месторождений нефти и газа и этапами освоения шельфовых месторождений. Изучить технику и технологию разведочных работ на море.

Ключевые слова: шельфы, волновая эрозия, осадочные породы, эрозия, осадконакопление, инженерно-геологические и поисково-разведочные работы, генезис, искусственные острова, самоподъемные плавучие буровые установки, полупогружные плавучие буровые установки, глубины моря, освоение

Основные вопросы и содержание:

1. Особенности разработки шельфовых месторождений нефти и газа.
2. Инженерно-геологические и поисково-разведочные работы на море.
3. Техника и технология разведочных работ на море.
4. Этапы освоения месторождений.

- **1. Особенности разработки шельфовых месторождений нефти и газа.**
- За последние десятилетия в промышленно развитых странах мира интерес к проблеме освоения нефтегазовых ресурсов морей и океанов значительно возрос. Это связано, во-первых, с интенсивным ростом потребления топливно-энергетического сырья во всех сферах промышленности и сельского хозяйства, во-вторых, со значительным истощением ресурсов нефти и газа в большинстве нефтегазоносных районов, где исчерпаны возможности дальнейшего заметного прироста запасов промышленных категорий на суше.
- Общая поверхность Мирового океана составляет 71 % от поверхности Земли, из них 7 % приходится на континентальный шельф, который таит в себе определенный потенциальный запас нефти и газа.



● Рис.1.1. Профиль континентального шельфа.

- На рис.1.1. представлен профиль континентального шельфа. За береговой линией 2 следует континентальный шельф 5, за кромкой 4 которого начинается континентальный склон 5, спускающийся в глубь моря. Континентальный склон начинается в среднем от глубины $C = 120$ м и продолжается до глубины $C = 200—3000$ м. Средняя крутизна континентального склона составляет 5° , максимальная — 30° (у восточного побережья о. Шри Ланка). За подножием 6 склона находится область отложения осадочных пород, так называемый континентальный подъем 7, уклон которого меньше, чем у континентального склона. За континентальным подъемом начинается глубоководная равнинная часть 8 моря.
- За все время эксплуатации морских месторождений на начало 1982 г. добыто порядка 10 млрд. т нефти и 3,5 трлн. газа.
- Наиболее крупными районами морской добычи нефти и газа являются Мексиканский залив, оз. Маракайбо (Венесуэла), Северное море и Персидский залив, на долю которых приходится 75 % добычи нефти и 85 % добычи газа.
- Глубокое поисково-разведочное бурение в акваториях ведется с искусственных островов на мелководье, самоподъемными плавучими буровыми установками (ПБУ) при глубинах моря до 100 м, полупогружными плавучими буровыми установками (ППБУ) при глубинах моря до 300—600 м и плавучих буровых судов на больших глубинах.
- Срок окупаемости капитальных вложений в подготовку и освоение крупных месторождений нефти и газа (с запасами более 50 млн.т.) составляет до одного года, а в арктических условиях этот срок увеличивается до 10—20 лет.
- Опыт разработки месторождений нефти и газа Каспийского моря также показывает экономическую целесообразность этих работ.

- К особенностям освоения морских нефтегазовых месторождений можно отнести следующие.
- I. Создание, с учетом суровых морских гидрометеорологических условий, специальных гидротехнических сооружений новых плавучих технических средств (плавучих крановомонтажных судов, судов обслуживания, трубоукладочных барж и других специальных судов) для геофизических, геологопоисковых работ и строительства нефтепромысловых объектов на море и их обслуживания в процессе обустройства, бурения, эксплуатации и ремонта скважин, а также при сборе и транспорте их продукции.
- II. Бурение наклонно-направленного куста скважин с индивидуальных стационарных платформ, с приэстакадных площадок, на искусственно создаваемых островках, с самоподъемных и полупогружных плавучих установок и других сооружений как над водой, так и под водой.
- III. Решение дополнительных технических, технологических и экономических задач при проектировании разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений.
- IV. Создание специализированных береговых баз для изготовления гидротехнических сооружений, технологических комплексов в модульном исполнении, плавучих средств и других объектов для бурения, добычи нефти и газа, строительства и обслуживания комплекса морского нефтепромыслового производства.
- V. Создание новейших, более усовершенствованных технических средств для освоения, эксплуатации и ремонта скважин в морских условиях.
- VI. Решение вопросов одновременного бурения, эксплуатации и ремонта скважин при малых расстояниях между их устьями, когда это связано с длительным сроком их строительства.

- VII. Создание малогабаритного, высокой мощности, надежного в работе блочного автоматизированного оборудования в модульном исполнении для ускорения строительства объектов бурения, эксплуатации и ремонта скважин и обустройства платформ для сбора, транспорта добываемой продукции в морских условиях.
- VIII. Решение научно-исследовательских, конструкторских задач по созданию новой, совершенно отличной от традиционных технологии и техники для бурения, эксплуатации и ремонта скважин с подводным расположением устья и обслуживания этих объектов как под водой, так и на специальных плавучих средствах.
- IX. Разработка техники и технологии освоения шельфов морей и океанов в особо суровых гидрометеорологических условиях, когда необходимо создавать весьма дорогостоящие сооружения для бурения, обустройства, добычи нефти и газа, транспортировки продукции в условиях дрейфующих льдов, айсбергов, частых ураганных ветров, сильных донных течений и т. д.
- X. Создание специальных технических средств и технологических процессов, а также плавучих установок и физико-химических веществ, обеспечивающих охрану морской среды, а также воздушного бассейна при проведении геологопоисковых, геофизических и буровых работ, эксплуатации и ремонте скважин, сборе и транспортировке их продукции и обслуживании многогранного нефтепромыслового хозяйства разрабатываемых морских нефтегазовых месторождений.
- XI. Решение комплекса задач по созданию технических средств и принятию специальных мер по охране труда персонала, что диктуется необходимостью безопасного проведения работ на ограниченной площади при повышенных шуме, вибрации, влажности и других вредных условиях, когда создание культурно-бытовых и санитарных мер по охране здоровья морских нефтегазодобытчиков особенно важно.

- XII. Специальная физическая и психологическая подготовка рабочего и инженерно-технического персонала к работе в морских условиях. Обучение морских нефтегазодобытчиков безопасным методам проведения работ при освоении подводных месторождений. При этом особое внимание должно уделяться подготовке водолазов и акванавтов, так как от их профессиональной подготовки во многом зависит ускоренное и безопасное проведение работ по освоению больших морских глубин и бесперебойное обслуживание процессов морской нефтегазодобычи.
- XIII. Создание гидрометеорологической службы и пунктов наблюдения по прогнозированию и своевременному обеспечению требуемой для морских нефтяников краткосрочной и долгосрочной информации об обстановке погоды для принятия мер безопасности.
- XIV. Обеспечение команд пожарной безопасности и службы по предупреждению и ликвидации газовых и нефтяных фонтанов специальной техникой для проведения работ по локализации и ликвидации фонтанов и пожаров в морских условиях.

- **2.Инженерно-геологические и поисково-разведочные работы на море.**
- В практике строительства нефтяных и газовых скважин в море геологоразведочное бурение производят с плавучих буровых средств (ПБС):
- -буровых судов;
- -буровых барж;
- -плавучих установок самоподъемного, полупогружного и погружного типов.
- Один из основных факторов, влияющих на выбор типа буровых плавсредств (ПБС), - глубина моря на месте бурения.
- ПБС прежде всего классифицируют по способу их установки над скважиной в процессе бурения, выделяя их в две основные группы (классы):
- 1. Опирающиеся при бурении на морское дно:
- -плавучие буровые установки погружного типа (ПБУ - погружные буровые установки).
- -плавучие буровые установки самоподъемного типа (СПБУ);
- 2. Производящие бурение в плавучем состоянии:
- -полупогружные буровые установки (ППБУ);
- -буровые суда (БС).

- Погружные буровые установки (ПБУ) применяют в работе на мелководье. В результате заполнения водой нижних водоизмещающих корпусов либо стабилизирующих колонн они устанавливаются на морское дно. Рабочая платформа как в процессе бурения, так и при транспортировке находится над поверхностью воды.
- Самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ) применяют преимущественно в разведочном бурении на морских нефтяных и газовых месторождениях в акваториях с глубинами вод 30-120 м и более. СПБУ имеют большие корпуса, запас плавучести которых обеспечивает буксировку установки к месту работы с необходимыми технологическим оборудованием, инструментом и материалом. Опоры при буксировке подняты, а на точке бурения опоры опускаются на дно и залавливаются в грунт, а корпус поднимается по этим опорам на требуемую расчетную высоту над уровнем моря.
- Полупогружные буровые установки (ППБУ) и буровые суда (БС) в рабочем состоянии находятся на плаву и удерживаются с помощью якорных систем или системы динамической стабилизации.
- ППБУ используют для геологоразведочных работ на глубинах акваторий с глубин 90-100 м до 200-300 м с якорной системой удержания над устьем бурящейся скважины и свыше 200-300 м с динамической системой стабилизации (позиционирования).
- Буровые суда (БС) благодаря их более высокой маневренности и скорости перемещения, большей автономности по сравнению с ППБУ в основном применяются для бурения поисковых и разведочных скважин в отдаленных районах при глубинах моря до 1500 м и более.

- Факторы, влияющие на процесс и эффективность бурения на море, специфические. Они ограничивают или вовсе исключают возможность применения некоторых способов и технических средств, признанных эффективными для бурения скважин того же назначения на суше. Исходя из этого эффективность способов бурения разведочных скважин на море предложено оценивать по четырем показателям: геологической информативности, эксплуатационно-технологическим возможностям, технической эффективности, экономической эффективности.
- Критериями оценки технической эффективности являются: мгновенная, средняя, рейсовая, техническая, парковая, цикловая скорости бурения; производительность за смену, сезон; время выполнения отдельных операций, проходки всей скважины или отдельного ее интервала; износ оборудования, обсадных труб и инструмента; универсальность; металлоемкость; энергоемкость; мощность; транспортабельность бурового оборудования и др.
- Все виды скоростей и производительность бурения определяются затратами времени на выполнение того или иного процесса или операции. При выборе способа бурения для условий моря фактор времени является одним из важнейших критериев. Используя высокоскоростные способы и технологии бурения, многие из разведочных скважин можно начать и закончить бурить в периоды хорошей погоды и в течение светлого времени дня. Это позволит избежать аварийных ситуаций, возникающих в случае консервации недобуренной скважины из-за наступления ночи, шторма и т.п.

- 3. Техника и технология разведочных работ на море.
- Опыт бурения разведочных скважин различных параметров на море показывает, что применение наиболее качественных способов бурения — вдавливающего, забивного и вращательного — в определенных условиях моря принципиально возможно. Однако техническая и экономическая эффективность использования этих способов в большой степени зависит от технологических схем и технических средств их осуществления. Поэтому способы бурения, признанные эффективными по главному показателю, следует совершенствовать путем разработки для них новых технологических схем и технических средств применительно к конкретным условиям работы с целью повышения остальных показателей (удобство и безопасность работы, экологичность, высокая производительность и низкая стоимость бурения).
- Эффективность применения на море способов бурения, признанных рациональными для выполнения геологоразведочных задач, ниже, чем на суше. Обусловлено это рядом причин: качкой и дрейфом ПБУ, сильной обводненностью и неустойчивостью рыхлых пород разрезов, требованиями недопущения загрязнения окружающей среды, с одной стороны, и трудностью организации замкнутой циркуляции промывочных растворов, с другой, нахождением придонного устья скважины вне видимости бурильщика и обусловленными этим трудностями, повышенным износом бурового оборудования и инструментов из-за работы в агрессивной среде, особенностями способов и схем бурения и т.д.

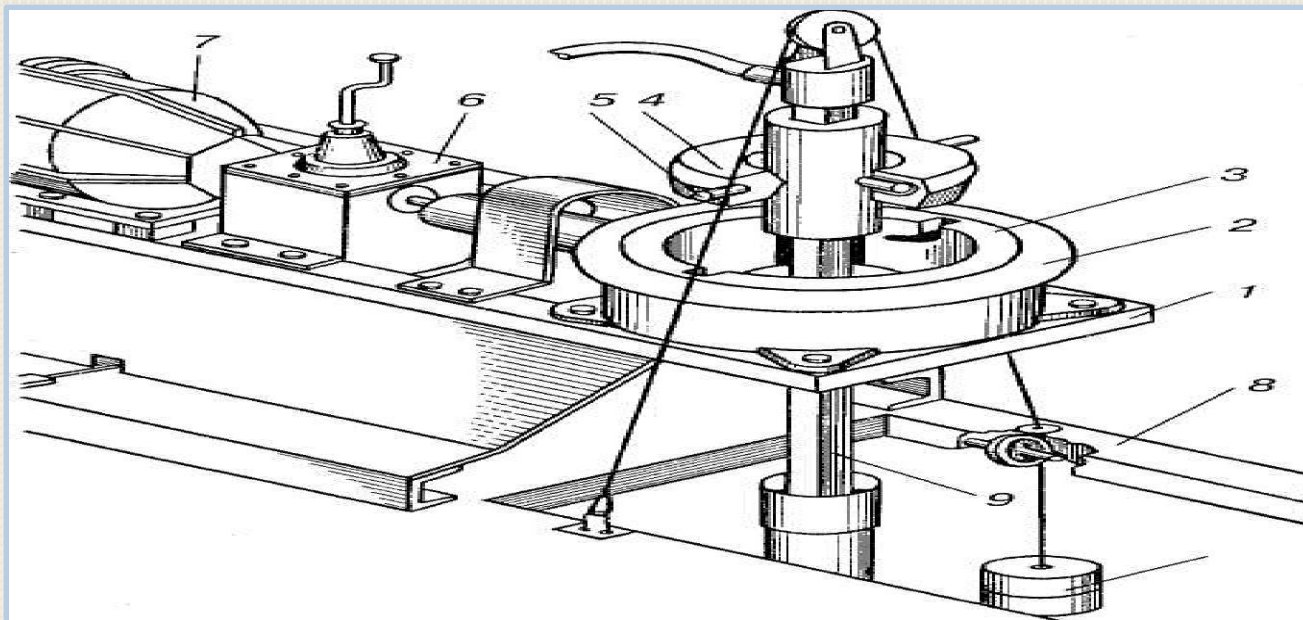


Рис. 1.3. Морской буровой вращатель ВМБ-5:

1 — станина; 2 — ротор; 3 — вкладыш наружный; 4 — внутренний вкладыш;
 5 — пальцы; 6 — коробка передач; 7 — электродвигатель; 8 — рельсовые
 пути; 9 — ведущая четырехгранная штанга; 10 — груз для передачи осевого
 усилия на породоразрушающий инструмент (на забой скважины)

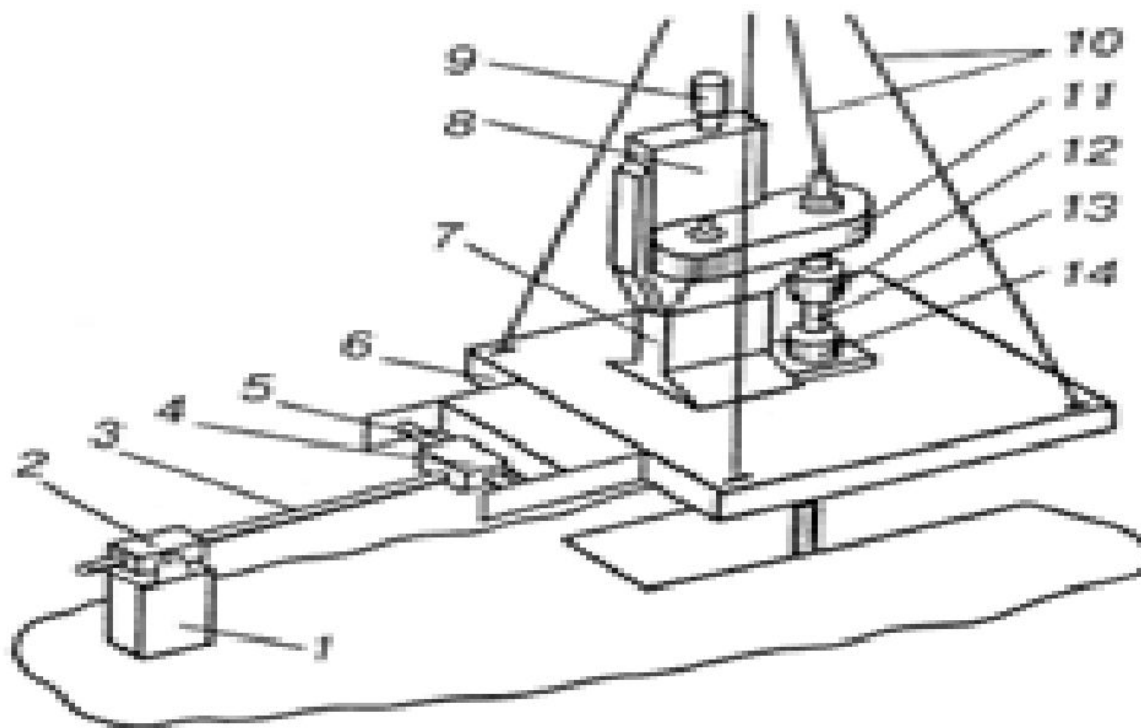


Рис. 1.4. Буровой вращатель на колонне труб: 1 — стойка; 2 — каретка; 3 — продольная штанга; 4 — каретка; 5 — поперечная штанга; 6 — рабочая площадка; 7 — станина; 8 — коробка скоростей; 9 — гидромотор; 10 — тросы; 11 — редуктор; 12 — зажимный патрон; 13 — буровые трубы; 14 — патрон трубозаворота

- **4.Этапы освоения месторождений**
- Объемы этого способа бурения на суше невелики, так как его эффективное применение возможно только в илах, песчаных водонасыщенных и глинистых грунтах мягкопластичной и полутвердой консистенции. Вдавливание в грунт грунтоносов для отбора монолитов затруднено необходимостью компенсации реактивного усилия, значения которого возрастают с увеличением диаметра грунтоноса и достигают сотен килоньютон. Реактивное усилие обычно создают силой тяжести установки или путем завинчивания анкерных свай.
- Особенность работ по освоению морских месторождений - кратное увеличение капитальных вложений по сравнению с капитальными вложениями для освоения аналогичных по запасам месторождений на суше [3,21].
- На рис. 1.5 в качестве примера приведена динамика роста коэффициента стоимости от глубины моря.

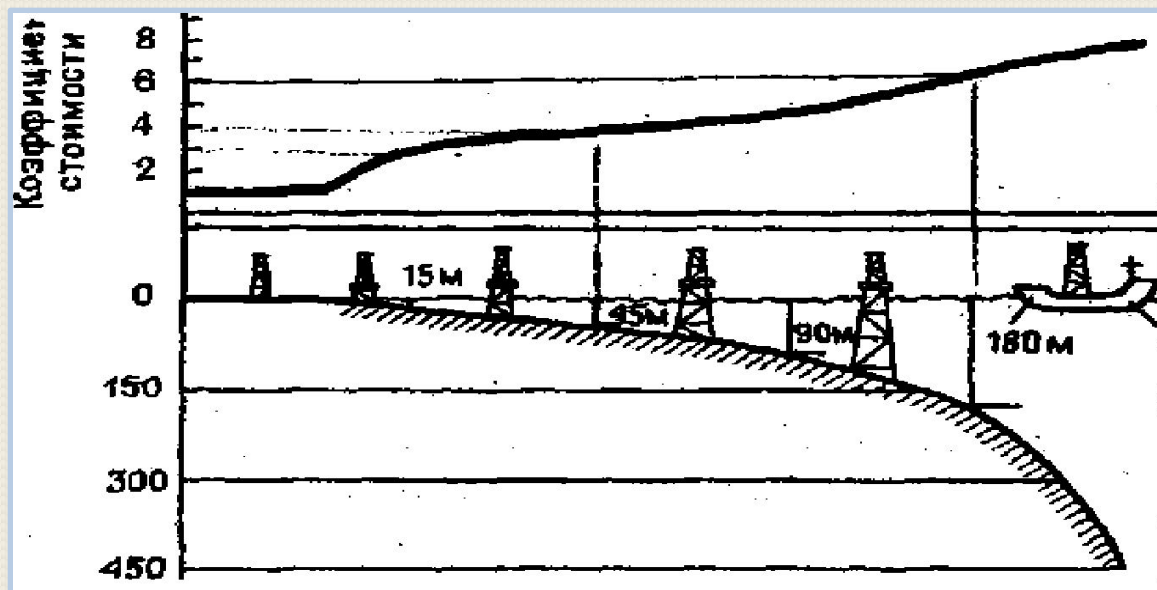


Рис. 1.5. Зависимость коэффициента стоимости от глубины моря

- Как видно из рисунка, при глубине моря 5 м стоимость работ увеличивается в 2 раза, при глубине 180 м - в 6 раз, а при глубинах более 180 м стоимость работ резко увеличивается.
- Основная доля капитальных вложений идет на строительство гидротехнических сооружений и приобретение технических средств.
- Условия окружающей среды также сильно влияют на общую стоимость обработки, а также стоимость обустройства морского месторождения. Если стоимость работ по обустройству в Мексиканском заливе составляет 42%, то в Северном море - 57% от общих затрат на освоение, а в северных и арктических районах - еще больше.
- Выбор техники и технологии для разработки и обустройства данного морского месторождения определяется двумя основными факторами:
- условия окружающей среды (в т. ч. глубина моря);
- запасы месторождения.
- Обычно к разработке и составлению проекта разработки и обустройства месторождения приступают после обнаружения нефти или газа и оценки залежей по пробуренным одной или несколькими скважинами.

- Проектирование разработки морского месторождения можно разбить на 2 этапа:
- **1 - этап:** Изучаются средства реализации проекта и сравниваются различные технические варианты. Затем оцениваются экономические показатели этих вариантов. Выбирается наиболее экономичный вариант разработки и обустройства.
- **2 - этап:** Составляют технологические и монтажные схемы, предварительно уточняют стоимость выбранного варианта и составляют план практической реализации проекта.
- На технологической схеме показывают все основные технические средства, трубопроводы по сбору и транспорту нефти и газа с указанием направления потоков, рабочих давлений и температур, а также КИП и автоматику. Дается описание технологической схемы с приведенными таблицами основных технологических параметров. Затем по технологическим схемам составляют монтажные схемы, в которых определяют:
 - место установки;
 - схемы обвязки, включая расстановку и обвязку противопожарной техники;
 - средства техники безопасности и другие устройства.
- При составлении проектов и технологических схем разработки руководствуются действующими ГОСТами, инструкциями, руководствами, методиками, нормами и другими нормативно-техническими материалами.

- Особенность разработки морских нефтяных и газовых месторождений состоит в том, что в проектах с целью снижения затрат на дорогостоящие гидротехнические сооружения предусматривают разработку месторождения, включая бурение скважин, добычу и подготовку нефти с кустовых стационарных платформ. При этом часть эксплуатационного оборудования размещают на буровой стационарной платформе, а вторую часть, которая на первом этапе эксплуатации месторождения не применяется, размещают на отдельной стационарной платформе.
- В проекте установку всех платформ предусматривают с учетом господствующего направления и скорости ветра, течений, высоты волн и т. п.
- По мере накопления опыта программы и проекты разработок, обустройства систематически совершенствуются.

Рекомендуемая литература:

Основная литература

- Котик Е.П., Котик П.Т. Разработка, освоение и эксплуатация морских месторождений . 2 том, -Актобе-, 2010 – 564 стр.
- Бабич В.А., Лисагор О.И., Галкин А.Г. Оборудование для бурения инженерно-геологических скважин на море и на шельфе. - Рига: ВНИИМоргео, 1996. - 127 с.
- Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Мизоев Д.А. Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений. - М.: Изд-во Академии горных наук, 1999. - 374 с.
- Золотухин А.Б., Гудместад О.Т., Ермаков А.И. и др. Основы разработки шельфовых нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике. Учебное пособие. - М: Изд-во «Нефть и газ» РГУНиГ, 2000. - 770 с.
- Карабалин У.С, Ермаков М.М. Эксплуатация морских нефтегазовых месторождений. - Алматы: Эверо, 2004. - 434 с.
- Эстрин Ю.Я. Техника и технология освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа. - М.: ВНИЦентр, 1989.

Дополнительная: литература

- Листенгартен Л.Б. Комплексное проектирование разработки морских нефтяных месторождений. - М.: Недра, 1987.-192 с.
- Разведка и эксплуатация морских нефтяных и газовых месторождений. - М.: Недра, 1978.
- Скрыпник С.Г. Техника для бурения нефтяных и газовых скважин на море. - М.: Недра, 1989. - 310 с.

● Вопросы для самоконтроля:

- 1. Где начинается континентальный склон?
- 2. В каких пределах находится ширина континентального шельфа?
- 3. Какая теория существует о генезисе континентального шельфа?
- 4. Как ведется глубокое поисково-разведочное бурение в акваториях?
- 5. Что служит важным показателем эффективности капитальных вложений в освоение 6. нефтяных и газовых месторождений?
- 6. Что можно отнести к особенностям освоения морских нефтегазовых месторождений?
- 7. Как производят геологоразведочное бурение?
- 8. Где применяют погружные буровые установки (ПБУ)?
- 9. Где применяют самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ)?
- 10. Для чего используют ППБУ?
- 11. Для чего применяются буровые суда (БС)?
- 12. От чего зависит эффективность бурения скважин на море?
- 13. Чем характеризуются горно-геологические условия?
- 14. Какой способ бурения скважины на море является рациональным?
- 15. Схема ударно-забивного бурения на море
- 16. Что используют с целью повышения эффективности бурения с ПБУ вращательным способом?
- 17. Схема вращательного бурения на море с применением забойных гидродвигателей
- 18. Какими факторами определяется выбор техники и технологии для разработки и обустройства данного морского месторождения?
- 19. На какие 2 этапа можно разбить проектирование разработки морского месторождения?

● Глоссарий

-
- *Континентальный шельф* - материковая отмель, в геологическом и топографическом отношении представляет собой продолжение суши в сторону моря.
- *Континентальный склон* – склон, который начинается в среднем от глубины $C = 120$ м и продолжается до глубины $C = 200—3000$ м.
- *Бурение* - это процесс сооружения скважины путем разрушения горных пород.
- *Скважиной* называют горную выработку круглого сечения, сооружаемую без доступа в нее людей, у которой длина во много раз больше диаметра.
- Верхняя часть скважины называется *устьем*, дно - *забоем*, боковая поверхность - *стенкой*, а пространство, ограниченное стенкой - *стволом скважины*.
- *Длина скважины* - это расстояние от устья до забоя по оси ствола, а *глубина* - проекция длины на вертикальную ось.
-