

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра геологии, геодезии и кадастра

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА

Методические указания

Составитель
М.В. Фатюнина

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология

Оренбург
2021

УДК 550.8:553.98(076.5)

ББК 26.343я7

Т 33

Рецензент - доктор геолого–минералогических наук, профессор П.В. Панкратьев

Т33 Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа:
методические указания / составитель М.В. Фатюнина; Оренбургский
гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2021.- 47 с.

В методических указаниях изложены цели, задачи, содержание, структура дисциплины и методические указания к выполнению практических заданий.

Методические указания предназначены для обучающихся по специальности 21.05.02 Прикладная геология, специализации «Геология нефти и газа» очной и заочной форм обучения.

УДК 550.8:553.98(076.5)
ББК 26.343я7

© Фатюнина М.В.,
составление, 2021
© ОГУ, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	5
2 Разделы дисциплины	7
3 Практические занятия.....	9
3.1 Практическое занятие 1. Определение типов нефтегазоносных объектов.....	10
3.2 Практическое занятие 2. Стадийность геолого-разведочных работ на нефть и газ. Методы поисково-разведочных работ.....	12
3.3 Практическое занятие 3. Построение структурных карт.....	15
3.4 Практическое занятие 4. Построение геологических профилей по данным скважин.....	22
3.5 Практическое занятие 5. Системы размещения поисково-оценочных и разведочных скважин	24
3.6 Практическое занятие 6. Методика подсчета запасов и ресурсов нефти и газа объемным методом.....	37
4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	42
4.1 Основная литература.....	42
4.2 Дополнительная литература.....	42
4.3 Периодические издания.....	43
4.4 Интернет-ресурсы.....	43
Приложение А	45
Приложение Б.....	46
Приложение В.....	47

Введение

В методических указаниях изложены цели и задачи дисциплины «Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа», кратко описаны основные разделы лекций, а также перечислены темы практических работ с описанием заданий по ним и планом работы.

Приведен перечень формируемых компетенций во время изучения дисциплины «Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа», планируемые результаты обучения. Методические указания содержат учебно-методическое обеспечение дисциплины, которое включает перечень рекомендуемой литературы и интернет-ресурсы.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология, специализации «Геология нефти и газа» очной и заочной форм обучения.

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Изучить основы теории формирования нефтяных и газовых месторождений, находить объекты нефтегазонакопления, научить методам их поисков и разведки, способам получения, обработки и анализа геолого-геофизической информации.

Задачи:

- получить представление о поисковых критериях и основах прогнозирования нефтегазоносности недр;
- получить представление о стадийности геологоразведочного процесса, задачах и методах их решения на каждой стадии;
- получить представление о задачах и возможностях геологических, геофизических, геохимических, буровых и других методов ГРП;
- получить представление о системах размещения скважин;
- получить представление о категориях запасов и ресурсов нефти и газа.
- освоить историко-генетический и системный подходы при прогнозировании региональных и локальных объектов нефтегазонакопления;
- рассмотреть геодинамические условия формирования зон наивысшей концентрации ресурсов нефти и газа;
- разработать оптимальные комплексы методов и рациональную их последовательность для разных стадий ГРП.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения.

ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ПСК-1 способностью осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата

ПСК-2 способностью обрабатывать и интерпретировать вскрытые глубокими скважинами геологические разрезы

ПСК-4 способностью выделять породы-коллекторы и флюидоупоры во вскрытых скважинами разрезах, на сейсмопрофилях, картировать природные резервуары и ловушки нефти и газа

С освоением данной дисциплин студент должен знать:

- систему объектов поисков и разведки нефти и газа;
- стадийность ГРП и задачи и методы каждой стадии;
- требования к объектам, вводимым в поисковое бурение;
- способы обнаружения нефтегазоносных пластов в разрезах скважин;
- основные возможности ПГИ (каротажа скважин) для решения поисково-разведочных задач;
- методы оценки ресурсов УВ и подсчета запасов нефти и газа.

Уметь:

- графически строить модели ловушек, залежей и месторождений нефти и газа;
- анализировать и давать сравнительную оценку подготовленным к бурению объектам с целью выбора наиболее достоверных;
- обеспечивать рациональное размещение на объектах поисковых и разведочных скважин;
- давать количественную оценку ресурсам или запасам нефти и газа на объектах поиска и разведки.

Владеть:

- основными полевыми и скважинными методами поисков и разведки, умело применять их для прогнозирования нефтегазоносности тех или иных участков недр.

2 Разделы дисциплины

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено рассмотрение следующих тем.

Раздел 1. Введение. Основы прогнозирования нефтегазоносности недр.

Цели и задачи курса. Этапы в развитии теории поисков, критерии поисков на разных этапах. Стадии процесса нефтегазообразования и нефтегазонакопления.

Раздел 2. Основные понятия о нефтегазоносных объектах.

Породы-коллекторы и природные резервуары. Ловушки, их классификация. Типы залежей и месторождений. Зоны нефтегазонакопления. Нефтегазоносные районы, области, бассейны, провинции.

Раздел 3. Геологоразведочный процесс и задачи геологического изучения недр. Стадийность ГРР. Этапы и стадии ГРР на нефть и газ.

Региональный этап, разделенный на 2 стадии. Стадия прогноза нефтегазоносности. Стадия оценки зон нефтегазонакопления. Поисково-оценочный этап, разделенный на 3 стадии: стадия выявления, стадия подготовки структуры, стадия поиска и оценки глубоким бурением. Разведочный этап, составляющий собой разведочное бурение.

Раздел 4. Методы поисково-разведочных работ. Задачи и возможности методов.

Геологические (геологическая съемка, структурно-геологическая съемка, геоморфологическая, аэрокосмические методы). Геохимические (газовая, газобиохимическая, битумно-люминесцентная, газовый каротаж и др.). Геофизические (гравиметрия, магнитометрия, сейсморазведка). Буровые работы (структурное, опорное, параметрическое, поисково-разведочное бурение).

Раздел 5. Обязательный комплекс исследований и документов при строительстве скважин.

Геолого-технический наряд (ГТН). Отбор керна и шлама, отбор образцов боковым грунтоносом. Промыслово-геофизические исследования в скважинах (ПГИ): методы, решаемые задачи и возможности (КС, ПС, БК, БКЗ, МКЗ, ГК, НГК и др.). Опробование и испытание продуктивных пластов в процессе бурения (ИПТ, ИПК). Испытание скважин через эксплуатационную колонну. Методы исследования продуктивных пластов.

Раздел 6. Системы размещения поисково-оценочных и разведочных скважин.

Рациональные системы размещения в зависимости от типов залежей, количества пластов и этажей разведки.

Раздел 7. Понятие о запасах и ресурсах нефти и газа.

Категории и группы запасов и ресурсов (А, В, С₁, С₂, D₀, D_{лок}, D₁, D₂, НСР). Методы подсчета запасов и ресурсов.

3 Практические занятия

Учебным планом по дисциплине «Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа» предусмотрены практические занятия.

Практические занятия проводятся в лабораториях и аудиториях закрепленных за кафедрой.

Практические занятия проводятся с использованием набора карт и плакатов с информацией по нефтегазоносным объектам, стадийности геолого-разведочных работ, набора структурных карт и профильных разрезов.

Необходимые структурные элементы практического занятия:

- инструктаж, проводимый преподавателем;
- самостоятельная деятельность учащихся;
- обсуждение итогов выполнения практического занятия.

Перед выполнением практической работы проводится проверка знаний учащихся – их теоретической готовности к выполнению задания.

При проведении практических занятий учащиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), инструменты необходимые для выполнения, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировок), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Результаты выполнения практической работы оформляются учащими в виде отчета, форма и содержание которого определяются соответствующими методическими указаниями. Выполнений и защита практических работ является важным этапом обучения и является одним из условий допуска к промежуточной аттестации – экзамену.

3.1 Практическое занятие 1. Определение типов нефтегазоносных объектов

Задание: Определить по разрезу месторождения (получает в индивидуальном порядке от преподавателя) тип всех ловушек на разрезе данного месторождения, всех залежей и самого месторождения по генетическим классификациям.

Например:

Ловушка - структурно-дизъюнктивная.

Залежь - пластовая сводовая, разбитая тектоническими нарушениями.

Месторождение - голоморфного складкообразования.

Объекты нефтегазонакопления делятся на локальные и региональные. К локальным относятся ловушки, залежи и месторождения. К региональным по мере их укрупнения относятся зоны нефтегазонакопления – ЗНГН, нефтегазоносные районы – НГР, области – НГО, бассейны и провинции – НГБ и НГП.

Ловушка – это часть природного резервуара, в котором нефть и газ способны удерживаться и образовывать скопления за счет их экранирования.

В зависимости от типа экрана или барьера ловушки подразделяются на следующие основные типы:

- структурный или антиклинальный тип, образованный за счет пликативного изгибания пластов;
- дизъюнктивный тип, когда барьер создается зоной разлома;
- стратиграфический тип, когда экраном служит поверхность размыва или стратиграфического несогласия между двумя структурно-тектоническими этажами;
- литологический тип образуется за счет литологических изменений в коллекторе (выклинивания, фациальных переходов, рифостроения, очагов трещиноватости, выборочного выщелачивания пород и т.п.);

- комбинированный тип, когда формирование ловушки происходит при участии нескольких экранных зон. При этом образуются ловушки смешанного типа: структурно-стратиграфические, структурно-литологические, литолого-стратиграфические и другие.

Залежь – это элементарное единичное скопление нефти (газа) в ловушках любого типа. Отсюда, ловушка, заполненная нефтью или газом, и представляет собой залежь.

По Броду и Еременко типы залежей определяются, прежде всего, типами природных резервуаров и типами ловушек. Поэтому их классификация залежей вбирает в себя главные элементы классификаций природных резервуаров и ловушек.

Месторождение – это совокупность или группа залежей, контролируемых чаще единым структурным элементом и заключенных в недрах одной и той же площади.

По числу залежей месторождения делятся на *однозалежные* и *многозалежные*.

По типу флюидов месторождения подразделяются на:

- нефтяные (н);
- газонефтяные (гн);
- нефтегазовые (нг);
- газовые (г);
- газоконденсатные (гк);
- нефтегазоконденсатные (нгк).

По величине извлекаемых запасов нефти и геологических запасов газа месторождения подразделяются на следующие группы:

Таблица 1 –Классификация месторождений по запасам

Класс месторождения	Извлекаемые запасы нефти, млн.т	Балансовые запасы газа, млрд.м ³
Уникальные	> 300	> 500
Крупные	30 – 300	30 – 500
Средние	10 – 30	10 – 30
Мелкие	< 10	< 10

Согласно классификации В.Б. Оленина месторождения делятся по двум основным признакам: генетическому и морфологическому. На генетической основе, т.е. по происхождению, по тем процессам, которые приводят к формированию различных групп месторождений, они делятся на 7 типов. Последние в свою очередь делятся на 16 классов, в основе которых лежат особенности строения структурных элементов.

Работа оформляется в виде отчета о практическом занятии и защищается в устной форме у преподавателя.

Контрольные вопросы:

1. Понятия о залежах и месторождениях нефти и газа.
2. Назовите весь ряд локальных и региональных скоплений УВ от природного резервуара до нефтегазоносной провинции.
3. Основные типы ловушек нефти и газа.
4. Характеристика антиклинального (структурного) типа ловушек.
5. Особенности строения дизъюнктивного типа ловушек.
6. Особенности стратиграфического типа ловушек.
7. Особенности литологического типа ловушек (фациальное выклинивание, рифовый массив, структурно-литологические ловушки).
8. Что такое залежь нефти и газа? Классификация залежей.
9. Что такое месторождение нефти и газа? Основные классификации.

3.2 Практическое занятие 2. Стадийность геолого-разведочных работ на нефть и газ. Методы поисково-разведочных работ

Задание: Изучить стадийность геолого-разведочных работ на нефть и газ методы геолого-разведочных работ. Далее таблично (таблица 2) изобразить стадийности ГРП с дифференциацией типовых комплексов работ и решаемых задач по каждой стадии.

Таблица 2 – Схема стадийности ГРП

Этап	Стадия	Объект изучения	Основные задачи	Типовой комплекс работ	Итоговая оценка запасов или ресурсов
1	2	3	4	5	6

Готовая таблица защищается в устной форме у преподавателя.

Геологоразведочный процесс на нефть и газ представляет собой совокупность взаимосвязанных, применяемых в определенной последовательности производственных работ, поисковых методов и научных исследований, направленных на открытие, оценку и подготовку к разработке любого вида полезного ископаемого.

В задачи ГРП входит:

- 1) обеспечение рационального, научно-обоснованного направления геологического поиска нефти и газа;
- 2) полнота изучения геологического строения объектов;
- 3) достоверность определения количества и качества запасов нефти и газа и сопутствующих им компонентов (гелия, серы, ванадия и др.);
- 4) применение методов и способов, исключающих неоправданные потери полезных ископаемых или снижающих их качество;
- 5) исключения вредного влияния процесса ГРП и эксплуатации на окружающую среду;
- 6) сохранение поисково-разведочных скважин для дальнейшего их использования в процессе эксплуатации залежей;
- 7) сохранение геологической и технической документации, образцов керна и шлама, результатов анализов для последующего их использования в отчетности за каждый из этапов работ.

Значение схемы стадийности заключается в том, что она:

- 1) указывает на последовательность решения всего комплекса задач в процессе ГРП;
- 2) определяет условия, позволяющие переходить от этапа к этапу, от одной стадии к другой;
- 3) определяет основные задачи и методы их решения дифференцированно по каждому этапу и стадии.

Для работы на занятии используется основной документ, определяющий порядок ведения ГРП на нефть и газ, принятый по приказу Министерства природных ресурсов России № 123 от 07.02.2001 г., опубликован в приложении к бюллетеню № 3 журнала «Минеральные ресурсы России» от 10.02.2001 г и лекционный материал по дисциплине.

Контрольные вопросы:

1. Схема стадийности геологоразведочных работ.
2. Геологоразведочный процесс и общие задачи геологоразведочных работ.
3. Задачи и виды работ на региональном этапе геологоразведочного процесса.
4. Цели, задачи и виды ГРП на поисково-оценочном этапе.
5. Стадии подготовки объектов к поисковому бурению. Задачи, методы и типовой комплекс работ.
6. Разведочный этап. Объекты, задачи и типовой комплекс работ.
7. Задачи и методы выявления структур.
8. Методы подготовки поднятий (объектов) к поисковому бурению.
9. На каком этапе применяется опорное бурение, задачи и особенности.
10. Сейсморазведка - как метод ГРП, возможности и применение на разных этапах, виды сейсмических методов.
11. Объекты и задачи поисково-оценочного бурения, типовой комплекс работ.

12. Структурное бурение. Возможности применения, понятия о реперных горизонтах.

13. На каком этапе применяется параметрическое бурение. Задачи и места заложения параметрических скважин.

14. Условия и задачи применения региональной, площадной и пространственной сейсморазведки.

15. Какие геофизические методы применяются при геологоразведочных работах.

3.3 Практическое занятие 3. Построение структурных карт

Задание:

1. Изучить способы построения структурных карт.
2. Построить структурную карту по кровле и продуктивного пласта методом треугольников в масштабе 1:25000 на формате А4.

Исходные данные:

- сетка скважин по вариантам;
- данные по скважинам (таблица по вариантам)

Порядок выполнения работы:

1. Определить абсолютные отметки изучаемой геологической поверхности в каждой скважине (в данном случае – кровли верхнего карбон – С₃). Для этого из альтитуды устья скважины вычесть глубину залегания кровли отложений каменноугольной системы. Результат записать в виде дроби, где числитель - номер скважины, а знаменатель - абсолютная отметка маркирующей поверхности (кровли верхнего карбона). Значения могут быть как положительными, так и отрицательными.

2. Выбрать сечение стратоизогипс, то есть вертикальное расстояние между линиями простирания. Чтобы охарактеризовать Вашу структурную форму, достаточно 8-12 изогипс – число изогипс соразмерно числу скважин, по

которым они построены. Примем для определенности число 10. Чтобы определить амплитуду структуры, необходимо вычислить разность между максимальной и минимальной абсолютными отметками структуры (с учетом знаков), Полученное число разделить на 10 и округлить. Обычно сечение изогипс округляется до 5, 10, 20, 25, 50, 100 и т.д.

3. Соединить между собой точки расположения смежных скважин, в результате чего получить систему треугольников. Соединять можно только те скважины, между которыми пласт залегает моноклиально. Стороны треугольников не должны пересекаться друг с другом и не должны пересекать ось структуры, а треугольники должны быть как можно более равносторонними.

4. Провести линейную интерполяцию по всем сторонам всех треугольников, надписав карандашом на сторонах треугольников их значения.

5. Одноименные значения стратоизогипс соединить плавными линиями, начиная от максимальных, или минимальных значений. Стратоизогипсы никогда не пересекаются.

6. Значения стратоизогипс подписать в их “разрыве” (основание цифр должно быть направлено вниз по наклону структурной формы. Оформить чертеж в соответствии с принятыми правилами (ориентировка, название, масштаб, условные обозначения, автор).

7. Оформить карту.

Индивидуальное задание для построения структурной карты студент получает от преподавателя. Готовая работа оформляется в виде отчета о практическом занятии и сдается преподавателю.

Понятие о структурной карте

Структурная карта представляет собой изображение в горизонталях (изогипсах) рельефа какого-либо стратиграфического раздела. В отличие от топографической карты, показывающей рельеф дневной поверхности, в строении которого могут принимать участие разновозрастные отложения,

структурная карта составляется по кровле или подошве какого-либо одного горизонта.

Подобная карта дает четкое представление о строении выбранного горизонта, обеспечивает наиболее точное проектирование разведочных и эксплуатационных скважин, облегчает изучение изменения свойств по площади продуктивного горизонта (мощности, пористости, проницаемости), помогает определять границы залежи и распределение давлений и т. д. За базисную поверхность при построении структурных карт обычно принимают уровень моря, от которого производится отсчет горизонталей (изогипс) глубинного рельефа. Отметки глубин, расположенных ниже Уровня моря, берутся со знаком минус, а перед отметками изогипс, расположенных выше уровня моря, ставится знак плюс.

На рисунке 1 показан пример структурной карты, построенной по кровле пласта, сложенного известняком. Сечение изогипс выбрано через 25 м. На практике сечение изогипс выбирается в зависимости от степени выраженности структуры. Чаще всего пользуются стандартными сечениями: 5, 10, 25, 50 и 100 м. Для очень пологих структур, например Русской платформы, сечение изогипс берут более мелкими: 2 - 3 м. Однако при этом необходимо учитывать глубины залегания поверхности, по которой строится структурная карта, и точность определения их глубин в скважинах.

Изогипса пласта показывает его простирание. Расстояние между соседними изогипсами показывает угол падения пласта на данном участке. Чем ближе изогипсы расположены друг к другу, тем круче угол падения, а чем дальше - тем угол положе.

В промысловой практике применяются обычно два основных способа построения структурных карт: способ треугольников и способ профилей.

Построению структурной карты должны предшествовать

- 1) выбор поверхности, по которой намечается построение; эта поверхность должна хорошо прослеживаться в разрезах всех пробуренных скважин и не являться границей размыва;

2) выбор масштаба структурной карты; в зависимости от поставленных задач чаще всего применяют масштабы 1:5000, 1:10000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 и 1 : 100 000;

3) проверка правильности нанесения положения скважин на план, а также их альтитуд;

4) выбор сечения изогипс в зависимости от требуемой детальности изучения структуры и особенностей ее строения.

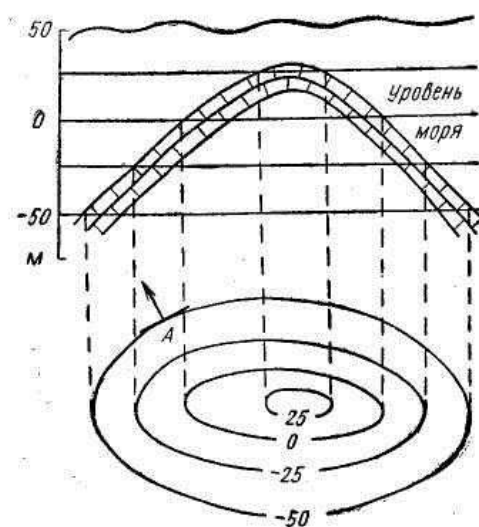


Рисунок 1 - Изображение подземного рельефа пласта с помощью структурной карты

Построение структурных карт способом треугольников

Построение структурных карт способом треугольников дает хорошие результаты при изучении сравнительно спокойно построенных структур, не имеющих разрывных нарушений или слабо нарушенных. Прежде всего, все точки скважин наносятся по координатной сетке на планшет выбранного масштаба. Составляется таблица исходных данных для построения. Около каждой точки скважины на плане пишут соответствующие номера скважин и в виде знаменателя дроби, значение приведенных к уровню моря глубин залегания поверхности, по которой строится структурная карта.

После этого все точки скважин соединяют между собой линиями так, чтобы они образовали систему треугольников, в каждой вершине которых

должна находиться точка скважины. Затем между вершинами треугольников (точками скважин), по данным отметок глубин залегания, проводят интерполяцию в соответствии с выбранными интервалами сечения между изогипсами и, соединяя одноименные отметки плавными линиями, строят структурную карту.

При построении системы треугольников следует, руководствуясь данными о положении оси складки, проводить длинные стороны треугольников примерно параллельно ей. Не допускается интерполяция между скважинами, находящимися на разных крыльях складки. Для этого предварительно анализируются отметки глубин по скважинам, которые имеют примерно симметричные значения по одну и другую стороны от направления оси поднятия; кроме того, следует учитывать, что вдоль оси складки отмечаются минимальные углы падения пород.

Предположим, что на площади пробурено 15 скважин, вскрывших кровлю горизонта, по которому нужно составить структурную карту. Для систематизации данных по скважинам и для расчета абсолютных значений глубин залегания кровли горизонта составляется специальная таблица (таблица 3).

Таблица 3 - Данные для построения структурной карты

Номер скважины	Превышение устья скважины над уровнем моря, м	Глубина от устья, м	Приведенная глубина, м
1	2	3	4
1	35	628	593
2	41	643	602
3	47	638	591
4	38	651	613
5	40	657	617
6	34	646	612
7	43	667	624
8	40	665	625
9	51	673	622
10	48	352	604
11	64	695	631
12	57	677	620
13	37	661	624
14	49	675	626
15	42	667	625

Вычисленные значения приведенных глубин надписываются у соответствующих скважин на плане их расположения (рисунок 2). Анализ абсолютных значений глубин залегания кровли выбранного горизонта показывает, что ось складки проходит примерно через скважины 15, 1, 3, 10, 8. Точки скважин соединяют линиями, которые образуют треугольники; при этом стремятся к тому, чтобы длинные стороны треугольников были примерно параллельны намеченной оси.

Если при построении треугольника по соседним скважинам в его вершине образуется очень тупой угол (как при соединении скважин 9, 4, 8), то его длинную сторону лучше не проводить, так как интерполяция между точками, находящимися на ее концах (скв. 9 и 8), практически повторяет, но менее точно, интерполяцию по коротким сторонам данного треугольника (между скв. 9 и 4 и между скв. 4 и 8).

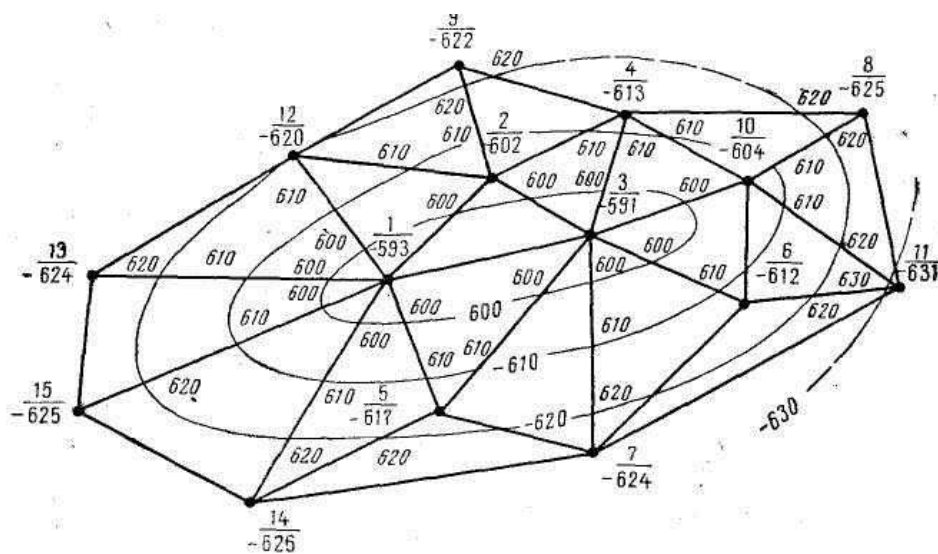


Рисунок 2 - Построение структурной карты по способу треугольников

Затем выбирается сечение изогипс (в данном примере 10 м) и согласно ему производится интерполяция между скважинами таким образом, чтобы отметки изогипс были кратны выбранному сечению (в данном примере 600, 610, 620). Полученные при интерполяции одноименные отметки соединяют плавными линиями (изогипсами), получая тем самым структурную карту (см. рисунок 4.2, на котором изображена брахиантиклинальная складка),

При построении структурной карты наиболее трудоемкой частью работы является интерполяция между скважинами. Для ее облегчения следует пользоваться масштабной сеткой (высотной арфой), состоящей из ряда параллельных линий. Масштабную сетку вычерчивают на кальке, проводя параллельные линии на расстоянии 1 - 2 мм друг от друга. Для удобства пользования сеткой линии нумеруются.

В числителе дроби — номер скважины, в знаменателе — абсолютная отметка скважины. Сечение изогипс 10 м.

При интерполяции между скважинами значений абсолютных глубин залегания предполагается, что их изменение происходит по линейному закону.

Расстояние от скв. 1 до искомой изогипсы рассчитывается по следующей формуле:

$$X = ((h_x - h_1) / (h_1 + h_2)) \times D,$$

где h_x - значение искомой изогипсы;

h_1 - абсолютная глубина залегания кровли (подошвы) горизонта в скв.1;

h_2 - абсолютная глубина залегания кровли (подошвы) горизонта в скв.2;

D - расстояние между скважинами 1 и 2;

X - расстояние от скв.1 до искомой изогипсы на прямой, соединяющей точки скв.1 и 2, м. (замеряется линейкой)

При применении способа треугольников следует быть осторожным, избегать проведения интерполяции между кустами скважин, расположенных на значительном расстоянии друг от друга. В подобных случаях, во избежание ошибок, лучше проводить интерполяцию по отдельным кустам скважин.

Контрольные вопросы:

1. Что такое структурная карта?
2. Какие способы построения структурных карт знаете?
3. Возможности изучения подземного рельефа с помощью структурных карт.

3.4 Практическое занятие 4. Построение геологических профилей по данным скважин

Геологические профили по скважинам строят по продуктивным площадям, а также при прогнозировании нефтегазоносности недр малоизученных территорий. Данные для выполнения работы приведены в таблице.

Задание:

1. Изучить порядок выполнения работы.
2. Построить геологический профиль

Исходные данные (пример в таблице 4).

- 1) Альтитуды скважин.
- 2) Глубина залегания подошвы отложений различного геологического возраста.
- 3) Глубина забоя скважин и возраст отложений на забое.

Расстояние между скважинами одинаковое (400 м); масштаб изображения 1:10000 (в 1 см - 100 м.); скважины вертикальные.

В каждом варианте задания указано направление геологического профиля, ориентированное по сторонам света. Если направление профиля с севера на юг (С-Ю), то геологи пользуются правилом - север изображают справа, а юг - слева, как бы поворачивая северный конец направления по часовой стрелке вправо.

Порядок выполнения работы.

1. На листе бумаги (желательно миллиметровой) вначале проводят вертикальные линии, соответствующие стволам скважин по выбранному в варианте направлению (с одинаковым расстоянием между стволами).

2. В верхней части листа проводят горизонтальную линию, соответствующую уровню моря (нулевая абсолютная отметка). От этой линии вверх в масштабе 1:10000 откладывают отрезки по стволам скважин в

соответствии с указанными для них альтитудами. Полученные точки от скважины к скважине соединяют плавной линией, которая отражает рельеф земной поверхности и называется *топографическим профилем*.

3. Далее приступают к построению *геологического профиля*. С этой целью удобно пользоваться узкой линейкой из миллиметровой бумаги, где указана глубина (вертикальный масштаб 1 : 10 000, т.е. 100, 200, 300, 400 м и т.д., вплоть до забоя - max 1600-1700 м). С помощью этой линейки быстро и точно можно отметить глубину залегания пластов по каждой скважине. Отсчёт глубин горизонтов производится от поверхности земли, откуда и ведётся бурение скважин.

4. Полученные на стволах точки, соответствующие одновозрастным подошвам пластов, соединяют плавными линиями. В результате выявляются геологические границы, которые разделяют горизонты различного возраста. Индексы слоёв подписывают соответственно выше и ниже геологических границ.

Таблица 4 – Данные для построения разреза

N скв.	Альтитуда скважины, м	Глубина залегания подошвы отложений, м					Забой скважин (C ₁), м
		P ₃	P ₂	P ₁	C ₃	C ₂	
1	207	240	612	975	1220	1475	1500
2	105	105	363	661	895	1146	1300
3	103	135	405	742	1128	1376	1500
4	97	100	430	810	1001	1150	1400
5	132	130	437	832	1068	1347	1400
6	204	237	506	846	1232	1479	1500
7	103	138	504	872	1118	1372	1400

Контрольные вопросы:

1. Понятие о профильных геолого-геофизических разрезов.
2. На основании каких данных строятся профильные разрезы?

3.5 Практическое занятие 5. Системы размещения поисково-оценочных и разведочных скважин

Задание:

1. Изучить системы размещения поисково-разведочных скважин.
2. На рисунках в приложении А, Б, В приведены структурные ловушки различного морфогенетического типа, подготовленные для поискового бурения. Необходимо на них показать систему расположения поисковых скважин.

Вариант структуры для студента определяет преподаватель.

Системы размещения поисковых скважин

Наиболее распространены следующие способы размещения поисковых скважин.

1. На антиклинальных ловушках.

На хорошо подготовленных антиклинальных и брахиантиклинальных складках для открытия залежей сводового типа используется размещение поисковых скважин методом «поисковый крест» (рисунок 3, 4). Первую скважину располагают в наиболее приподнятой части складки, вторую - на крыле структуры внутри определенного по первой скважине контура ВНК, третью размещают на другом крыле, за контуром ВНК, уточненным по результатам бурения первых двух скважин. Четвертую и пятую скважины располагают по оси складки с учетом уточненного контура ВНК по скважинам 3 и 4. Так можно определить по данным бурения объем залежи и распространение ее по площади.

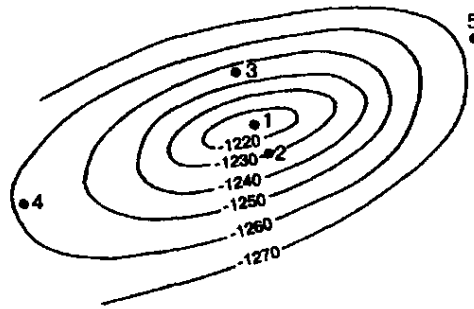


Рисунок 3 - Последовательность и схема размещения поисковых скважин методом «поисковый крест»

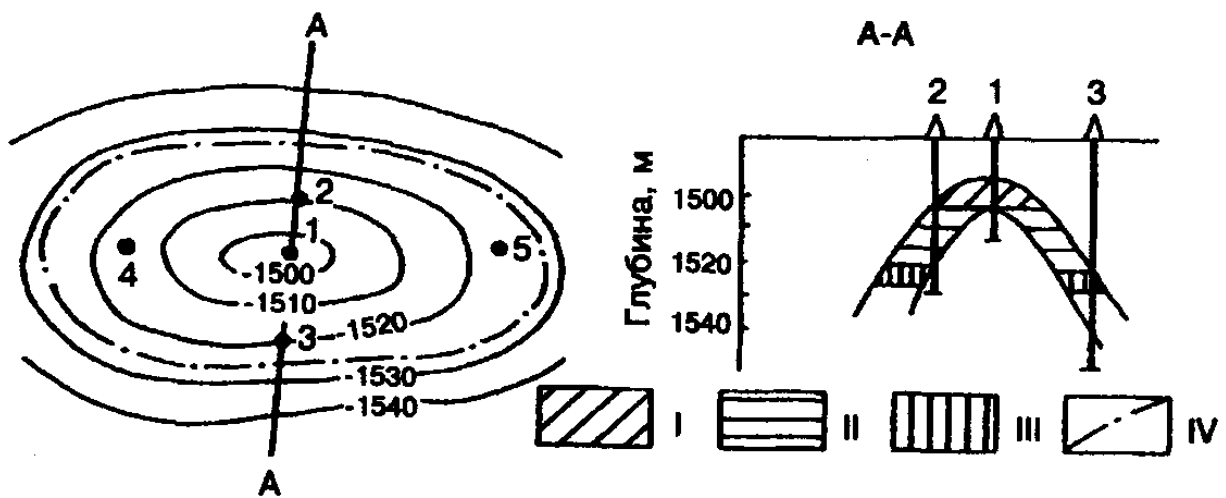


Рисунок 4 - Последовательность, схема расположения и глубина заложения поисковых скважин при поэтажном изучении сводовой ловушки: I-III - последовательно выявленные части залежи, IV - контур нефтеносности

Если зона нефтегазонакопления состоит из однотипных антиклинальных складок, то допускается вести поиски по сокращенной схеме, используя три скважины, которые располагаются по диагонали складки или (если установлено для однотипных структур, что одна скважина в своде полностью характеризует нефтегазонакопительность структуры, высоту залежи и др.) ограничиваются бурением одной скважины (рисунок).

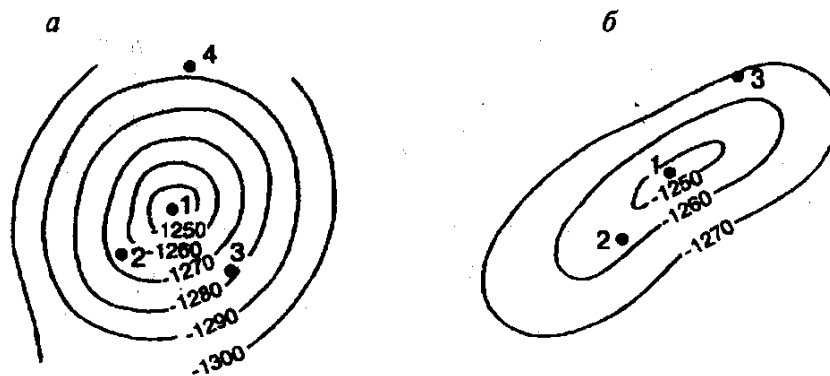


Рисунок 5 - Последовательность и схема размещения поисковых скважин по радиальным (а) и диагональным (б) профилям

Поиск на куполовидных структурах ведется тремя скважинами, расположенными на радиальных профилях. Первая бурится в своде структуры, вторая и третья располагаются на различных гипсометрических отметках крыльев (рисунки 6, 7, 8, 9, 10, 11).

На многокупольных структурах скважины размещают так, чтобы были охвачены все зоны. Первая скважина закладывается на наиболее высоком куполе, последующие располагаются на остальных куполах и межкупольных пространствах.

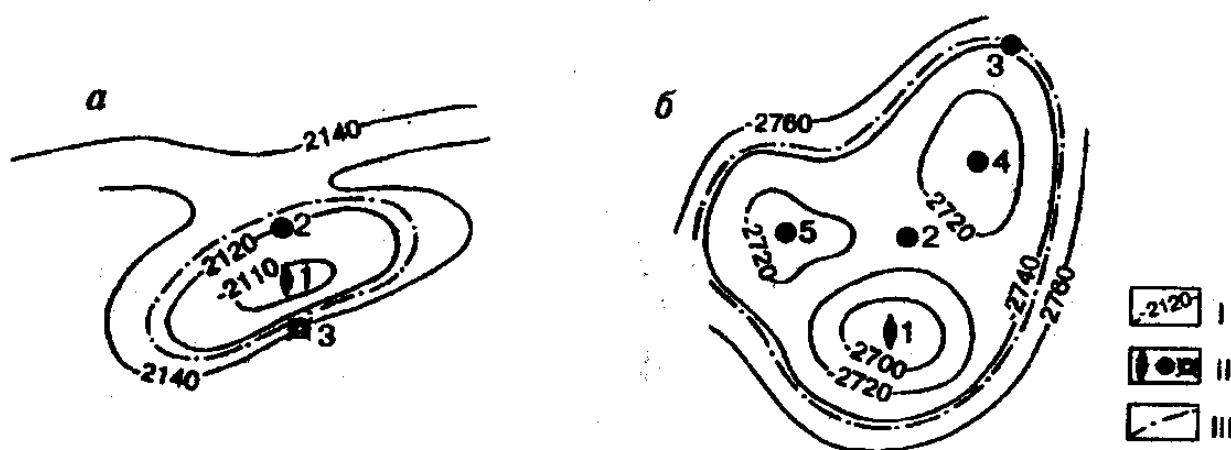


Рисунок 6 - Последовательность и схема размещения поисково-разведочных скважин на сводовых структурных ловушках с нечетким замыканием (в) и осложненной группой куполов (б): I - изогипсы кровли пласта, II - поисковая, разведочная, ликвидированная скважины, III - контур ВНК

На малоамплитудных сводовых структурах, при очень слабой геофизической изученности строения, используются методы размещения поисковых скважин «треугольника» и радиального заложения, позволяющие определить и обнаружить эти объекты (рисунок 7).

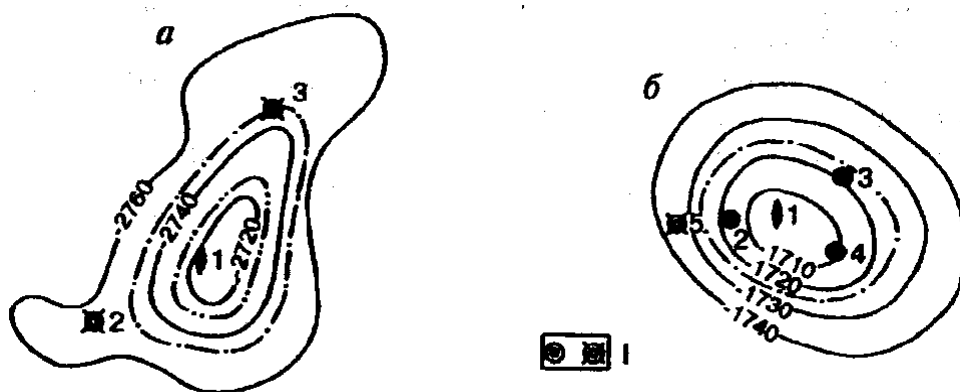


Рисунок 7 - Последовательность и схема размещения поисково-разведочных скважин на сводовых ловушках методом «треугольника» (в) и по радиальному профилю (б): 1 - продуктивная и непродуктивная разведочные скважины

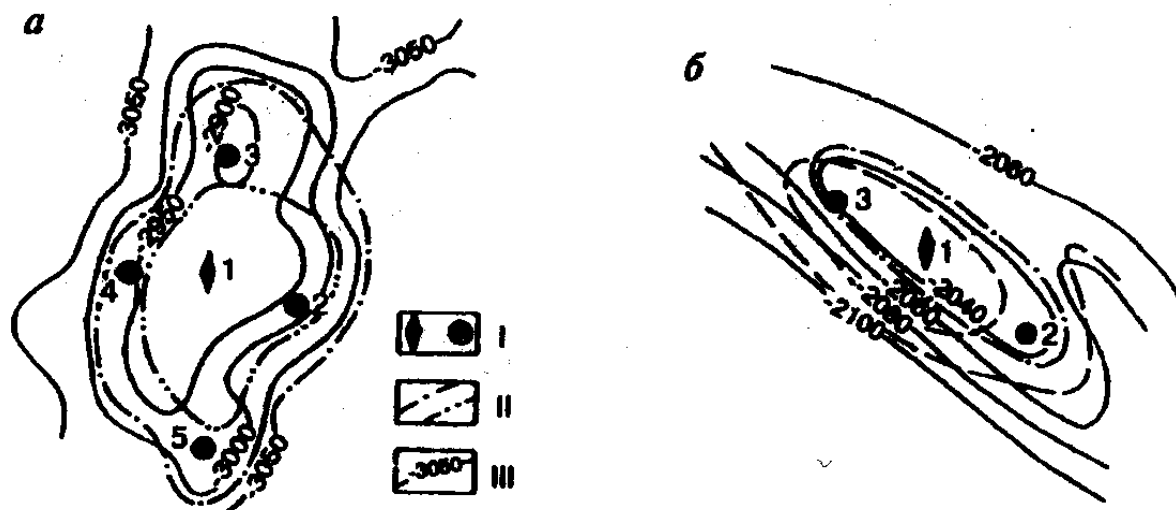


Рисунок 8 - Последовательность и схема размещения поисково-разведочных скважин на сводовых ловушках методом «креста» (а) и по продольному профилю (б): I - поисковая и разведочная (продуктивные) скважины, II - внешний и внутренний контуры, III - изотипсы

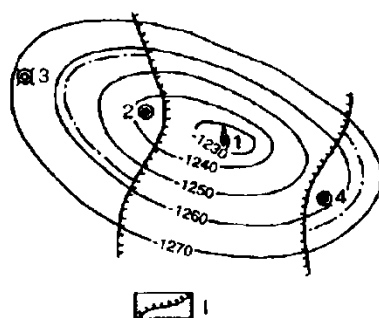


Рисунок 9 - Последовательность и схема размещения поисково-разведочных скважин на сводовых ловушках, осложненных литологическими экранами: I - линия выклинивания коллекторов

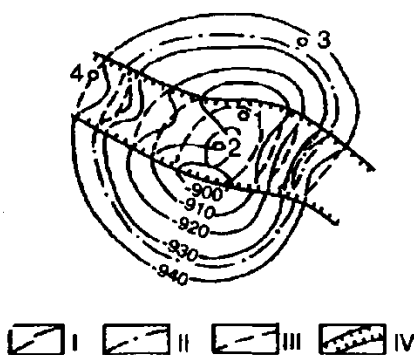


Рисунок 10 - Структурная карта кровли продуктивного пласта, осложненного палеоруслом: I - изогипсы кровли пласта, II - контур ВНК, III - изолинии пласта без учета наличия палеорусла, IV - граница палеорусла

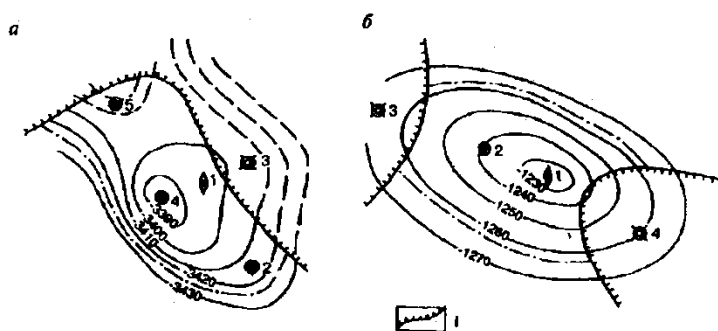


Рисунок 11 - Схема размещения поисково-разведочных скважин на сводовых ловушках, осложненных литологическими экранами: I - линия выклинивания коллекторов.

2. На антиклинальных ловушках, осложненных тектоническими нарушениями.

При амплитуде нарушения, превышающей мощность продуктивного горизонта, каждый приподнятый и опущенный блоки исследуются своей скважиной, при взбросе бурится одна скважина (в зоне перекрытия в плане контуров сводов верхнего и нижнего блоков). На складках, разбитых серией тектонических нарушений, в приподнятых частях изолированных блоков закладывается по одной скважине (рисунки 12, 13).

Часто нефтепоисковая практика сталкивается с фактами смещений сводовых частей антиклинальных структур с увеличением глубины. В этом же направлении растут и меняются амплитуды и контуры структур, появляются разрывные дислокации и др. Для изучения таких структур, в сводовой части одновременно закладывают две скважины: одну в выявленном своде, а вторую в направлении предполагаемого смещения свода.

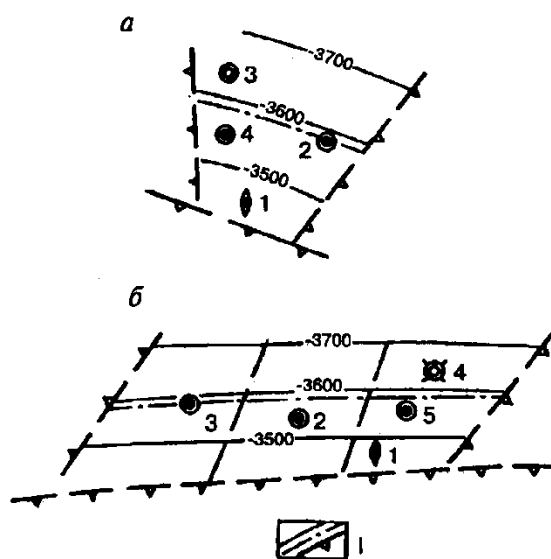


Рисунок 12 - Схема размещения поисково-разведочных скважин на различных ловушках, осложненных дизъюнктивными нарушениями типа сброс-взброс, в изолированном блоке: а - по методу «треугольника»; б - по его простиранию, I - тектонические нарушения.

На солянокупольных структурах поиск залежей, расположенных в зоне кепрока и экранируемых соляным куполом, ведется отдельно, в каждом секторе бурится своя сеть скважин (рисунок 13).

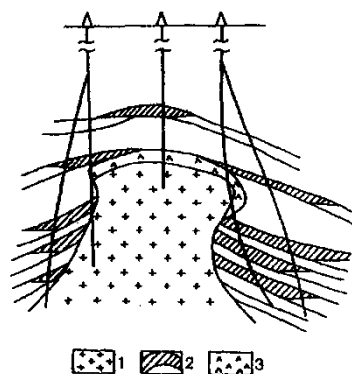


Рисунок 13 - Схема размещения скважин при поисках залежей нефти, приуроченных к соляным куполам: 1 – соль, 2 - залежи нефти, 3 - кепрок

3. На неантиклинальных ловушках.

Литологически экранированные ловушки, как правило, выявляют попутно с антиклинальными. Часто они связаны с конседиментационным ростом структур, сводов или формированием высокочемких коллекторов, приуроченных к аллювиальным телам погребенных рек, конусам выноса и др. (рисунок 14).

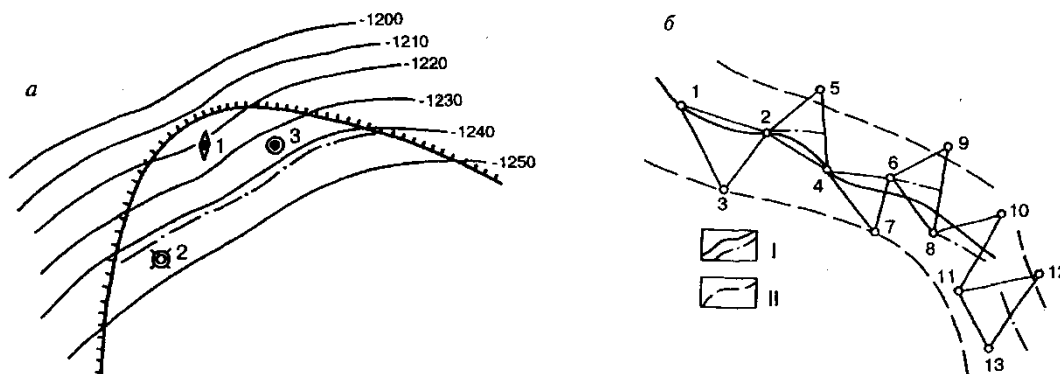


Рисунок 14 - Принципиальная схема размещения поисково-разведочных скважин на литологически экранированных ловушках: а - по методу «треугольника», б — по методу «клина»; I - осевая зона литологической ловушки (русловое тело) по данным бурения и прогнозная, II — граница ловушки.

Поиски ловушек проводят с помощью бурения коротких профилей вкост простирания зон. Объекты поискового изучения выбирают в зависимости от

размера ловушки и предполагаемого рентабельного ее освоения, т.е. она должна быть достаточно крупной по объему содержащейся в ней залежи.

4. На рифовых массивах.

Рифовые массивы представляют уникальный объект для поисков залежей нефти и газа. Их сравнительно легко выявляют геофизическими методами. В идеальном случае они образуют массивный резервуар и поэтому для изучения массива достаточно бурения одной многоствольной скважины, заложенной на гребне массива. Но гораздо чаще рифовая постройка оказывается сложнопостроенной, занимает большую площадь, имеет сложную картину емкостно-фильтрационных свойств.

Для линейно вытянутых рифовых построек используют профили скважин, расположенные вкрест простирания древней береговой линии. Для кольцевых рифов закладывают два радиальных профиля трехлучевой системы (рисунок 15).

Системы размещения разведочных скважин

Под системой размещения скважин понимается порядок размещения минимально необходимого количества разведочных скважин для получения соответствующих геологических данных, потребных для подсчета запасов нефти и газа промышленных категорий и для подготовки залежи к разработке. При проектировании разведочных работ необходимо определить минимальное количество разведочных скважин и обосновать наиболее рациональное размещение их на структуре в соответствии с геологическими условиями, наметить очередность заложения. При этом минимальное количество разведочных скважин должно обеспечить прирост запасов категорий В, С₁ в соотношениях, необходимых для проектирования разработки и выделения капиталовложений в промысловое и промышленное строительство, согласно «Классификации запасов нефти и горючих газов».

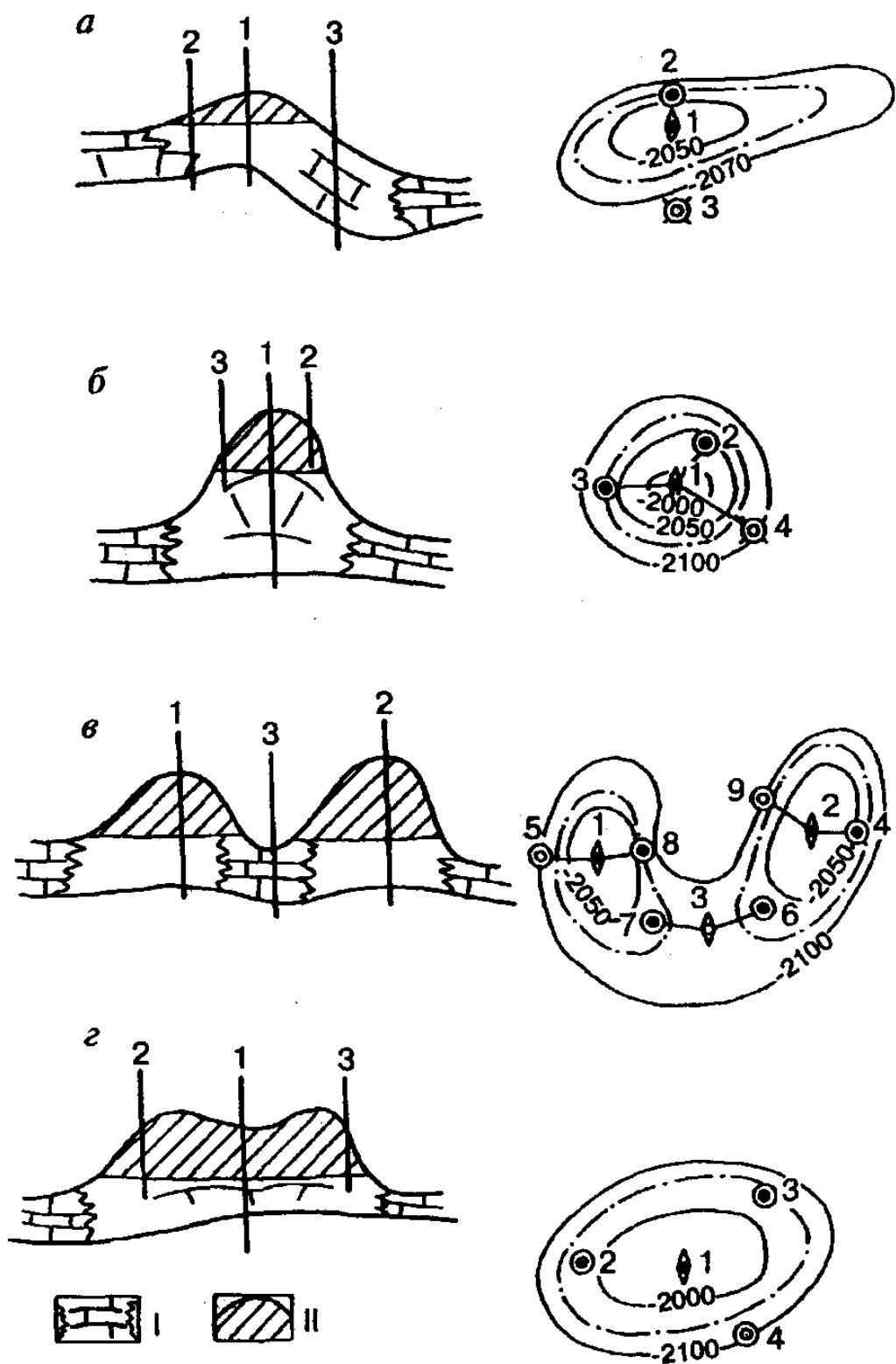


Рисунок 15 - Принципиальная схема размещения скважин при поисках залежей нефти в ловушках, приуроченных к линейно вытянутым (а), конусовидным (б), подковообразным (в) и плосковершинным (г) рифам: I - рифогенные отложения, II - залежи нефти

Существуют в основном три системы размещения разведочных скважин: треугольная, кольцевая и профильная.

Треугольная система. Эта система, широко применявшаяся в прошлом, предусматривает заложение новой разведочной скважины в вершине равностороннего треугольника; два других угла составляют скважины, давшие нефть. К достоинствам этой системы следует отнести то, что при заложении скважин достигается равномерное освещение всей нефтяной залежи. Однако треугольная система обладает рядом существенных недостатков. Вследствие того, что заложение каждой новой скважины производится в зависимости от получения положительных результатов соседней бурящейся скважины, разведка и оконтуривание всей залежи затягивается на длительный срок.

Кольцевая система пригодна для разведки и оконтуривания залежей нефти, приуроченных к широким и пологим структурам с последовательным размещением новых колец скважин по падению пластов (рис. 16 а). Однако эта система для месторождений со значительной литологической изменчивостью и широким колебанием мощности продуктивных горизонтов требует заложения сравнительно большого числа скважин и не всегда может обеспечить достоверность геологических построений.

Кольцевая система размещения скважин не может быть рекомендована для многих типов залежей: литологических, стратиграфических, тектонически экранированных и ряда других.

В условиях значительной изменчивости литологического состава продуктивных горизонтов наиболее правильную картину геологического строения залежей дают *параллельно-профильные разрезы*, проведенные вкрест простирания пластов, в особенности в тех случаях, когда для их составления используются скважины, лежащие на линии профилей или вблизи нее (рисунок 16 б). Перенос на профильный разрез скважин, отстоящих друг от друга на значительные расстояния, дает искаженное представление о геологическом строении продуктивных отложений, вследствие чего закономерности в изменчивости нефтеносных пластов не могут быть выявлены.

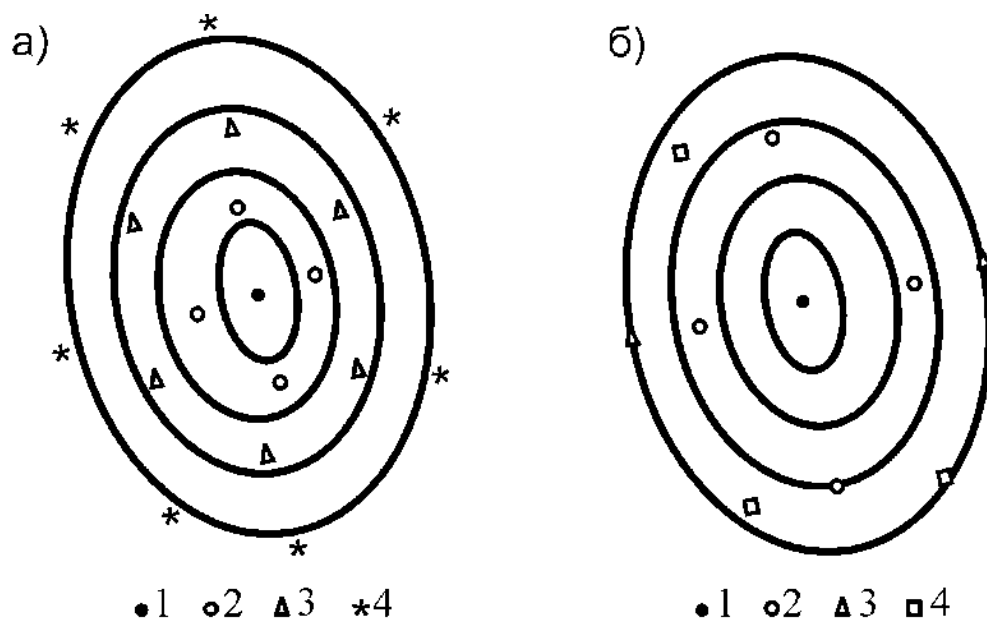


Рисунок 16 - Схема заложения разведочных скважин: а - по кольцевой системе: 1 - скважина-открывательница, 2 - разведочная скважина первого кольца, 3 - разведочная скважина второго кольца, 4 - разведочная скважина третьего кольца; б - по профильной системе: 1 - скважина-открывательница, 2 - разведочная скважина первой очереди, 3 - разведочная скважина второй очереди, 4 - разведочная скважина третьей очереди

Профильные разрезы облегчают по одноименным реперам детальную корреляцию нефтяных и газовых пластов, слагающих горизонт, достаточно четко выявляют угловые несогласия и зоны выклинивания и способствуют установлению положения водонефтяного и газоводяного контактов. Профильная система размещения разведочных скважин, дающая возможность при минимальном количестве скважин составить правильное представление о геологическом строении нефтяных и газовых залежей, является наиболее рациональной.

При проведении ускоренной разведки месторождения в качестве базового горизонта выбирают наиболее крупную залежь с простым строением и выдержанными емкостно-фильтрационными свойствами коллектора и проводят опережающее эксплуатационное бурение (ОЭБ).

Одним из наиболее сложных вопросов промышленной разведки является определение минимального количества скважин, необходимого для изучения залежи нефти или газа. Минимальным следует считать такое количество скважин, после которого дальнейшее заложение новых разведочных скважин не приведет к заметным изменениям установленных средних параметров пласта. Количество разведочных скважин зависит от размеров нефтяной и газовой залежи: чем больше нефтеносная площадь, тем больше скважин приходится бурить для ее изучения. Однако эта зависимость не является прямо пропорциональной. Одна и та же степень разведанности для крупной нефтяной и газовой залежи может быть достигнута при меньшей плотности сетки разведочных скважин, чем для небольшой залежи. Количество скважин зависит также от литологической изменчивости пластов. При неоднородном строении пласта и резкой его литологической изменчивости требуется относительно большее число скважин, чем при однородном. Однако нельзя думать, что все без исключения изменения свойств пласта должны быть установлены разведочными скважинами; важно установить лишь общие закономерности в изменении свойств пласта.

При определении количества скважин необходимо использовать опыт разведки аналогичных по геологическому строению разрабатываемых нефтяных и газовых залежей. Для обоснования плотности сетки разведочных скважин необходимо прибегать к различным построениям, воссоздающим характер разрезов продуктивных свит и объем нефтегазоносных пород в зависимости от количества скважин.

Для рационального размещения необходимого количества разведочных скважин надо определить расстояния между профилями и между скважинами в профилях. При этом следует исходить из следующих соображений:

- 1) для крупных нефтяных залежей при малой плотности и редкой сетке разведочных скважин расстояния между профилями и между скважинами в профилях могут быть равными, например, рисунок 17а. Площадь, приходящаяся на одну скважину, составляет здесь 16 км^2 ;

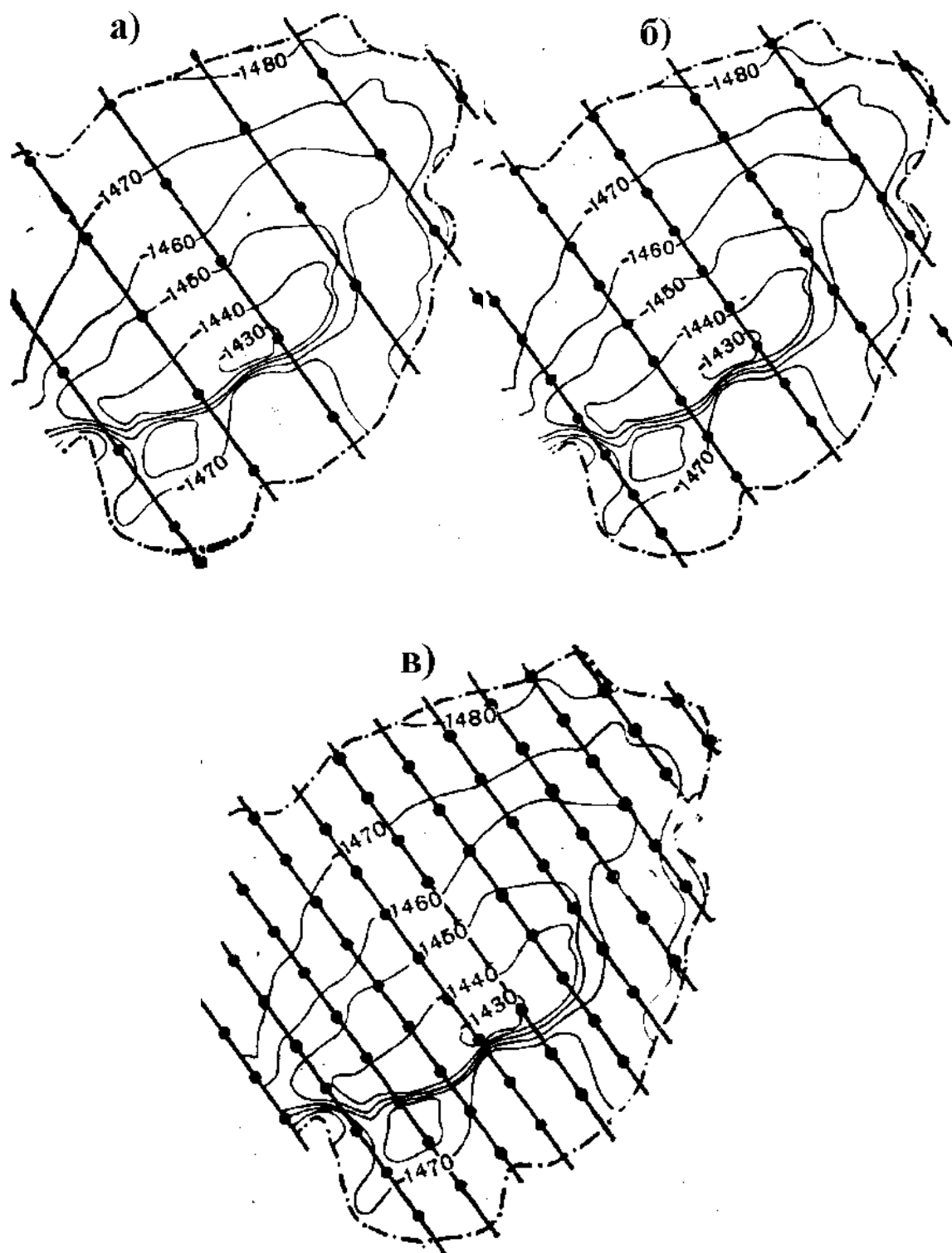


Рисунок 17 - Схемы размещения разведочных скважин: а - расстояние между профилями 4 км, между скважинами 4 км; б - расстояние между профилями 4 км, а между скважинами 2 км; в - расстояние между профилями 2 км и между скважинами 2 км

2) увеличение плотности сетки можно осуществлять путем заложения новых скважин в профилях, не прибегая к заложению новых промежуточных профилей (рисунок 17 б). В этом случае расстояния между профилями будут равны удвоенному расстоянию между скважинами.

После открытия нефтяной залежи расстояния между разведочными скважинами устанавливаются в зависимости от размеров структуры, типа и ширины встречающихся в данном районе залежей, мощности нефтеносного горизонта, его литологической однородности и углов наклона пластов.

Контрольные вопросы:

1. Какие системы размещения скважин Вам известны.
2. Условия применения крестовой, радиальной, диагональной и профильной систем скважин.
3. Различия между сгущающейся и ползущей системами размещения скважин.
4. Условия применения профильной и полупрофильной систем размещения скважин.
5. На каких объектах используются системы заложения одиночных и групповых скважин.
6. Что понимается под рациональной системой размещения скважин.

3.6 Практическое занятие 6. Методика подсчета запасов и ресурсов нефти и газа объемным методом

Задание:

1. Изучить методику подсчета запасов
2. Построить карту эффективных нефтенасыщенных толщин в масштабе 1:25000 на формате А4.
3. Вычислить величину начальных геологических запасов нефти объемным

МЕТОДОМ.

Исходные данные:

- сетка скважин по вариантам;
- данные по скважинам (таблица по вариантам)

Порядок выполнения лабораторной работы.

1. Построение карты эффективных нефтенасыщенных толщин

Карта эффективных нефтенасыщенных толщин строится также как и структурная карта - методом треугольников. Принцип построения описан в практическом занятии 4

2. Подсчет начальных запасов нефти объемным методом:

а) Используя построенные ранее структурную карту по кровле пласта и карту эффективных нефтенасыщенных толщин, вычислить площадь залежи в целом, площади ЧНЗ и ВНЗ, площади категорий С1 и С2, а также площади их взаимных пересечений;

б) Для каждого найденного значения площади используя данные по захватываемым скважинам вычислить значение средней эффективной нефтенасыщенной толщины;

в) Вычисление величины начальных геологических запасов нефти;

г) Заполнение итоговой таблицы (таблица 5):

Таблица 5 – Подсчет запасов

Категория	Начальные геологические запасы, тыс.т		
	С1	С2	С1+С2
ЧНЗ			
ВНЗ			
В целом			

Индивидуальное задание для построения карты и подсчета запасов студент получает от преподавателя. Готовая работа оформляется в виде отчета о практическом занятии и сдается преподавателю.

Методика подсчета запасов и ресурсов нефти и газа объемным методом

Запасы полезных компонентов, содержащихся в нефти и газе в промышленных количествах, а также их перспективные и прогнозные ресурсы соответственно подсчитываются или оцениваются по тем же категориям и в тех же границах, что и содержащие их полезные ископаемые.

При подсчете запасов *подсчетные параметры измеряются* в следующих единицах: толщина в метрах; давление в мегапаскалях (с точностью до десятых долей единицы); площадь в тысячах квадратных метров; плотность нефти, газа, конденсата и воды в килограммах на кубический метр (с точностью до тысячных долей единицы); коэффициенты пористости и нефтегазонасыщенности в долях единицы с округлением до сотых долей; коэффициенты извлечения нефти и конденсата в долях единицы с округлением до тысячных долей.

Объемный метод подсчета запасов нефти является основным методом. Он применим для подсчета запасов нефти при любом режиме работы залежи в контуре любой категории запасов.

Сущность объемного метода заключается в определении массы нефти, приведенной к стандартным условиям, в насыщенных ею объемах пустотного пространства пород-коллекторов, слагающих залежи нефти.

Для подсчета геологических и извлекаемых запасов нефти объемным методом применяют следующие формулы:

$$Q_{\text{н.геол}} = F \cdot h_{\text{н}} \cdot k_{\text{по}} \cdot k_{\text{н}} \cdot \theta \cdot \rho_{\text{н}},$$

$$Q_{\text{н.извл}} = Q_{\text{н.геол}} \cdot \eta,$$

$$\theta = 1/b_{\text{н}},$$

где $Q_{\text{н.геол}}$ – геологические запасы нефти, тыс. т;

F – площадь нефтеносности, тыс. м²;

$h_{\text{н}}$ – средневзвешенная нефтенасыщенная толщина, м;

$k_{\text{по}}$ – коэффициент открытой пористости, доли ед.;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент нефтенасыщенности, доли ед.;

θ – пересчетный коэффициент, доли ед.;

ρ_n – плотность нефти в поверхностных условиях, кг / м³;

$Q_{n\text{ извл}}$ – извлекаемые запасы нефти, тыс.т;

η – коэффициент извлечения нефти, доли ед.;

b – объемный коэффициент пластовой нефти, доли ед.

При определении степени подготовки месторождения (залежи) к разработке необходимо сравнить запасы различных категорий. Решение о вводе месторождения (залежи) в промышленную разработку может быть принято, если доля извлекаемых запасов категории C_1 составляет не менее 80%, а доля извлекаемых запасов категории C_2 – не более 20% от суммы извлекаемых запасов категорий $C_1 + C_2$.

Геологические запасы газа, растворенного в нефти, $Q_{г.р.геол}$ (млн м³) при любом режиме залежи подсчитываются по геологическим запасам нефти $Q_{н.геол}$ (тыс. т) и начальному газосодержанию Γ_o (м³ / т), определенному по пластовым пробам при дифференциальном разгазировании:

$$Q_{г.р.геол} = Q_{н.геол} \cdot \Gamma_o.$$

На величину извлекаемых запасов газа, растворенного в нефти, $Q_{г.р.извл}$ влияет режим залежи.

При *водонапорном и упруговодонапорном режимах* пластовое давление в процессе разработки выше давления насыщения, поэтому величина газового фактора постоянная. Извлекаемые запасы газа, растворенного в нефти, $Q_{г.р.извл}$ (млн м³) определяются извлекаемыми запасами нефти $Q_{н.извл}$ (тыс. т) и начальным газосодержанием Γ_o (м³ / т):

$$Q_{г.р.извл} = Q_{н.извл} \cdot \Gamma_o.$$

Извлекаемые запасы растворенного в нефти газа для месторождений, разрабатываемых на других режимах, определяются по геологическим запасам нефти с учетом степени ее дегазации в процессе разработки.

Контрольные вопросы:

1. Сущность объемного метода подсчета запасов.
2. Формула и подсчетные параметры объемного метода.
3. Основные проблемы применения объемного метода.
4. Определение площади нефтеносности залежи.

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Основная литература

1. Мстиславская, Л. П. Геология, поиски и разведка нефти и газа: учебное пособие / Л.П. Мстиславская, В. П. Филиппов; М-во образования и науки РФ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2005. - 200 с.

2. Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ: Учебное пособие / В.Ю. Керимов, Р.Н. Мустаев, У.С. Серикова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Магистратура) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010821-6

3. Малиновский, И.Н. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Н. Малиновский; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. -Adobe Acrobat Reader 5.0 http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2599_20110923.pdf

4. Комплексование нефтегазопроисковых методов: учебное пособие : в 2 ч. / Г.Н. Прозорова. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 360 с. ISBN 978-5-9275-0903-4 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550809>

4.2 Дополнительная литература

1. Алексеенко, В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учеб. для вузов / В. А. Алексеенко.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2005. - 354 с. - Библиогр.: с. 343-345. - Прил.: с. 346-350. - ISBN 5-88439-041-6.

2. Бакиров, А.А. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа: учебник для ВУЗов/ А.А. Бакиров [и др]. – М.: Высшая школа, 1976.- 416 с.

3. Габриэлянц, Г.А. Методика поисков и разведки залежей нефти и газа / Г.А. Габриэлянц [и др]. – М.: Недра, 1985.

4. Губкин, И.М. Учение о нефти/ И.М. Губкин. – М.: Наука, 1975.

4.3 Периодические издания

1. Геология нефти и газа: журнал. - М.: ООО "Издательский дом "Геоинформ".

2. Нефтяное хозяйство: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

4.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.mnr.gov.ru/index.php> Минприроды России – официальные документы, доклады, федеральные целевые программы, природные ресурсы, экологическая доктрина, экологическая экспертиза.

2. <http://geo.web.ru/> - Аннотации книг, материалы конференций, курсы лекций, научные статьи, книги (в формате DJVU), дипломные работы и др. В помощь студенту (учебные материалы по курсам). Словарь геологических терминов.

3. <http://geology/pu.ru/> - форум геологов и геодезистов. Проблемы геологии, геодезии и картографии.

4. <http://www.gubkin.ru> –сайт Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина – базового ВУЗа нефтегазового комплекса России.

5. <http://www.geoinform.ru> – журнал «Геология нефти и газа».

6. <http://www.ansatte.uit.no> - сайт университета Тромсе, Норвегия.

7. <http://sciencefirsthand.ru> – периодический научно-популярный журнал, учрежденный Сибирским отделением Российской академии наук.

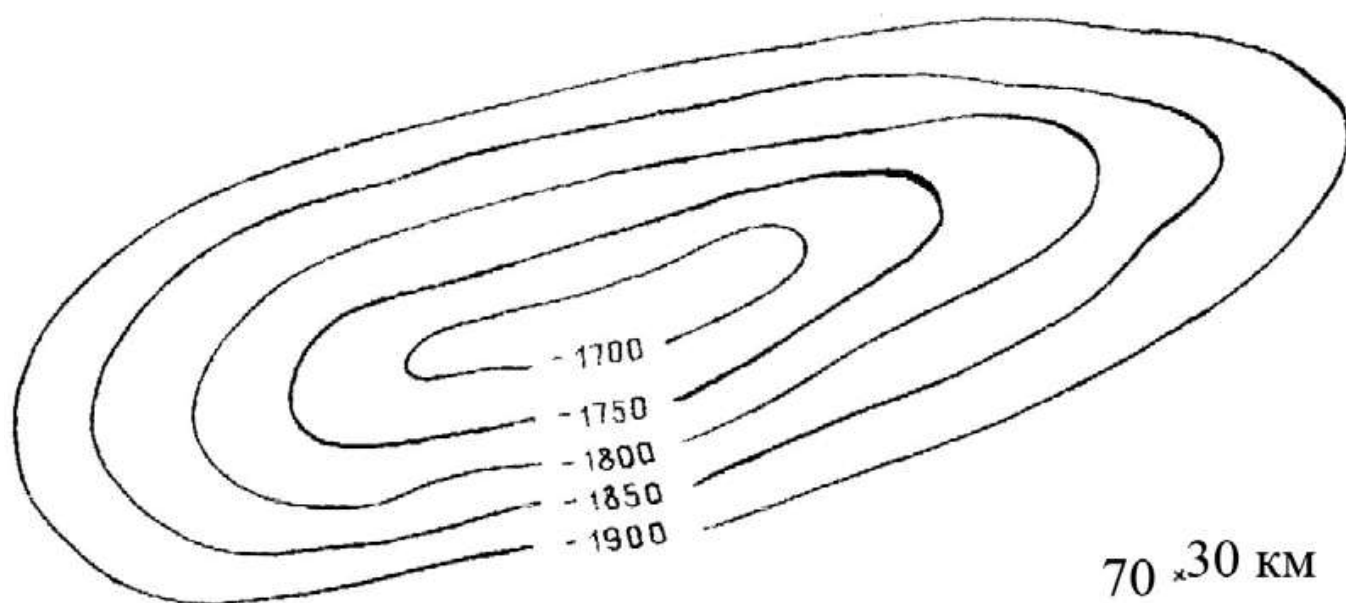
8. <http://lithology.ru> –Выложено много электронных книг, учебников и статей, посвященных вопросам литологии.

9. <http://www.ngtp.ru/> - Нефтегазовая геология. Теория и практика.
Электронное издание ВНИГРИ
10. www.lib.msm.su - Научная библиотека МГУ
11. www.unilib.neva.ru - Библиотека Санкт-Петербургского университета
12. www.rsl.ru - Российская Государственная библиотека
13. www.gpntb.ru- Государственная публичная научно-техническая библиотека –
14. www.ben.irex.ru- Библиотека естественных наук РАН
15. www.spb.org.ru/ban- Библиотека Академии наук
16. www.nel.ru - Национальная электронная библиотека
17. www.nlr.ru - Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург
18. www.gas-journal.ru - Газовая промышленность
19. www.oil-industry.ru - Нефтяное хозяйство
20. www.ngv.ru - Нефтегазовая вертикаль
21. www.press.lukoil.ru - Нефть России. Oil of Russia

Приложение А
(обязательное)

Задание к практическому занятию 5

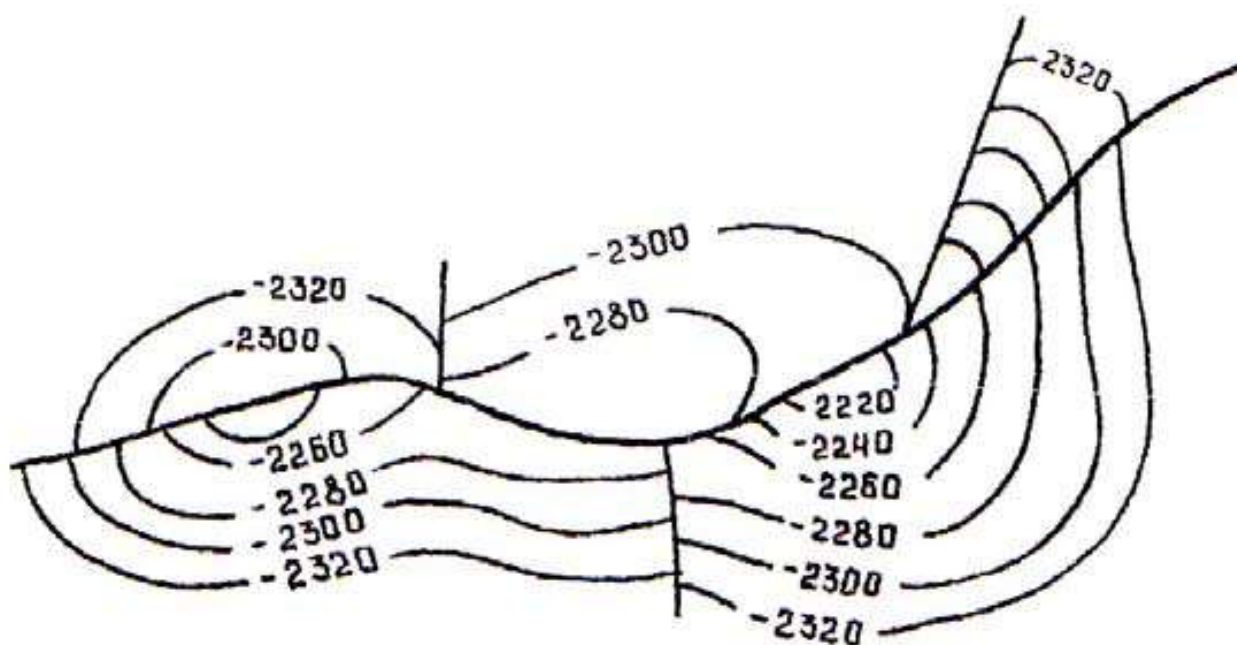
Вариант 1



Приложение Б
(обязательное)

Задание к практическому занятию 5

Вариант 2

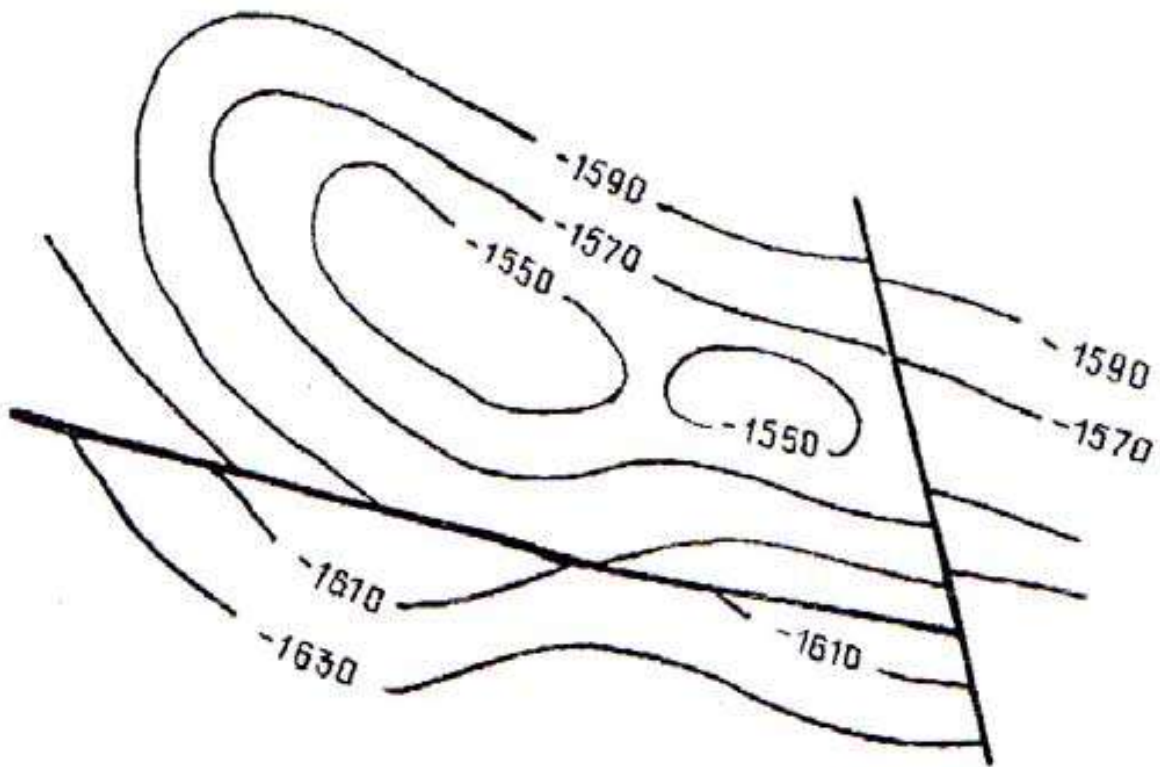


30 × 8 ÷ 14 км

Приложение В
(обязательное)

Задание к практическому занятию 5

Вариант 3



30×70 км