**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ**

УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНО

Советом геологоразведочного факультета

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.П. Демченко

« 19 » сентября 2005 г. (протокол № 1)

**П Р О Г Р А М М А**

**вступительных экзаменов в аспирантуру по специальности 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»**

Одобрено на заседании

Кафедры ГМИС

(протокол № 1 от 12.09.05 г.)

У Х Т А 2005

Составители программы:

Кандидат геолого-минералогических наук,

доцент, заведующий кафедрой

Геофизических методов, геоинформационных

технологий и систем В.А. Зыков

Доктор физико-математических наук,

профессор кафедры

Геофизических методов, геоинформационных

технологий и систем А.И. Кобрунов

Кандидат геолого-минералогических наук,

доцент кафедры

Геофизических методов, геоинформационных

технологий и систем Л.П. Шилов

**1. О Б Щ И Й Р А З Д Е Л**

**1.1. П Е Т Р О Ф З И К А**

**1.Введение.** Петрофизика – основа геологической интерпретации результатов прикладной геофизики - способов добычи полезных ископаемых и обоснования строительства фундаментов под крупные сооружения. Роль российской науки, российских и зарубежных ученых в создании петрофизики, история развития и главные результаты петрофизических исследований в России и за рубежом. Основное содержание курса в ряду естественных наук.

**2. Неоднородность**, дисперсность, межфазная поверхность пород. Их характеристики.

Вещественная, структурная и фазовая неоднородность пород, причины возникновения. Уровни и характеристики неоднородности.

**3. Глинистость.** Состав и распределение глинистого материала в осадочных породах. Количественные характеристики глинистости.

Удельные поверхность: полная (адсорбционная), гранулометрическая, каналов фильтрации (фильтрационная).

Обменная емкость как параметр, характеризующий дисперсность пород. Определение емкости катионного обмена и удельной поверхности.

**4. Моделирование** естественных условий залегания горных пород

Геостатические, гидростатические и эффективные давления (напряжения). Упругие и необратимые деформации, связь деформации с упругими характеристиками горных пород.

**5. Пористость, структура порового пространства.** Понятие пористости. Происхождение, форма, размеры и взаимосвязь пор, трещин и каверн. Пористость глин и глинистых пород. Связь глинистости и пористости. Эффективная, динамическая и общая (абсолютная) пористости. Структура порового пространства, способы ее количественного описания, методы изучения. Изменения пористости в результате постседиментационных процессов. Вторичная пористость. Связь пористости с другими петрофизическими характеристиками. Влияние термобарических условий на характер и значения пористости осадочных пород. Пористость минералов, магматических, метаморфических пород и руд.

**6. Влажность, влагоёмкость, двойной слой.** Влажность и влагоёмкость, полная влагоёмкость, межфазное взаимодействие. Адсорбция и катионный обмен. Понятие "связанной" (адсорбционной) , "остаточной" и "свободной" воды, методы их изучения. Роль аномальных слоёв в формировании физических свойств пород. Двойной электрический слой, его образование, структура и свойства. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Влагоемкость капиллярная, гигроскопическая, "подвешенная", полная.

Вода химически связанная, кристаллизационная и конституционная. Вода гидроксильных групп. Ее содержание у различных минералов, составляющих породу. Влияние химически связанной воды на физические свойства пород.

Способы определения содержания различных форм воды (свободной, физически и химически связанной). Нефте- и газонасыщенность пород

Распределение нефти, воды и газа в поровом пространстве пород. Коэффициенты нефте-, водо- и газонасыщения. Гидрофильные и гидрофобные коллекторы. Лабораторные способы определения нефтегазонасыщенности.

**7. Плотность горных пород.** Определение и практическое значение плотности. Связь плотности пород с плотностью их фаз, коэффициентами пористости и влажности. Плотность пород в сухом и влажном состояниях. Зависимость плотности от температуры, давления, времени и условий залегания пород. Экспериментальные связи плотности с другими свойствами пород. Классификация пород по плотности.

**8. Проницаемость горных пород.** Проницаемость абсолютная, фазовая и относительная. Зависимость коэффициента проницаемости от коэффициента пористости, удельной поверхности, среднего диаметра зерен и пор, коэффициента водонасыщения и других по теоретическим и экспериментальным данным. Уравнение Козени-Кармана.

Пределы изменения, характер распределения и классификация коэффициентов проницаемости для различных пород. Коллекторы, их классификация по гранулометрическому составу, коэффициентам динамической пористости и проницаемости (основные сведения).

Лабораторные способы определения коэффициентов проницаемости при обычных и высоких давлениях и температурах.

**9. Электрические свойства горных пород.** Теоретические основы физических и физико-химических явлений, определяющих электропроводность, диэлектрические свойства, окислительно-восстановительную, диффузионно-адсорбционную и фильтрационную активности пород.

Электропроводность (удельное сопротивление) минералов и жидкой фазы пород. Электропроводность сухих, максимально- и частично насыщенных водой пород. Параметры пористости, насыщения, влажности.

Электропроводность глинистых пород. Поверхностная проводимость. Корреляционные связи электропроводности с другими свойствами согласно аналитическим, модельным и экспериментальным исследованиям. Влияние температуры и давления на электропроводность осадочных пород.

**10. Диэлектрические свойства пород и минералов.**  Диэлектрическая проницаемость составляющих породу фаз. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери пород, их связь с частотой поля, влажностью, пористостью и минеральным составом породы. Пределы изменения диэлектрических параметров и способы их измерения.

**11. Вызванные потенциалы и вызванная электрохимическая активность** минералов и пород с электронной и электронно-ионной проводимостью. Связь вызванных потенциалов с составом твёрдой и жидкой фазы, удельной поверхностью, проницаемостью и другими параметрами пород по теоретическим и экспериментальным данным. Величина вызванной активности, способы ее определения. Электрические характеристики руд и пород с рудными включениями.

**12. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород**: факторы, ее определяющие, пределы изменения, способы определения. Связи с коллекторскими и другими свойствами пород. Зависимость диффузионно-адсорбционной активности от температуры и давления по теоретическим и экспериментальным данным. Фильтрационные потенциалы и фильтрационная активность пород. Условия их формирования, пределы изменения. Связи фильтрационной активности с другими свойствами пород. Пределы изменения и способы определения.

**13. Магнитные свойства горных пород.** Процессы намагничивания и магнитные характеристики диа-, пара-, ферромагнитных минералов. Классификация пород по магнитной восприимчивости. Особенности магнитной восприимчивости основных типов и групп пород. Остаточная намагниченность, коэрцитивная сила и точка Кюри. Зависимость магнитной восприимчивости от содержания в породе ферромагнетиков. Связи магнитной восприимчивости с другими петрофизическими величинами.

**14. Тепловые свойства горных пород.** Процессы и законы распределения тепла в породах. Коэффициенты теплопроводности, теплоемкости и коэффициент температуропроводности газовой, жидкой фазы, минералов и многофазных пород. Тепловые характеристики типов и групп пород. Связи тепловых и других петрофизических свойств. Тепловые свойства при разных термобарических условиях. Дифференциация пород по их тепловым характеристикам.

**15. Естественная радиоактивность горных пород.** Радиоактивные элементы и радиоактивность природных вод и минералов. Классификация минералов по величине и гамма активности. Энергетический спектр гамма излучения пород и его использование для определения радиоактивных элементов, присутствующих в породе. Радиоактивные минералы и радиоактивность магматических, метаморфических и осадочных пород. Связь гамма активности с другими петрофизическими характеристиками. Определение радиоактивности горных пород.

**16. Нейтронные свойства горных пород.** Нейтронные эффективные сечения, зависимость их от энергии нейтронов, химического состава (в частности, от водородо- и хлоросодержания) плотности и других свойств пород. Комплексные параметры, характеризующие интенсивность взаимодействия нейтронов с породами (замедляющая способность, длины замедления и диффузии, время жизни тепловых нейтронов и нейтронная поглощающая активность).Зависимость этих параметров от характеристик сред.

**17. Упругие свойства пород.** Скорость распространения упругих волн в идеально упругих сплошных средах. Коэффициенты упругости минералов, скорости распространения в них упругих волн. Особенности распростронения упругих волн в горных породах.Коэффициенты упругости пород и скорость распространения в них упругих волн по теоретическим и экспериментальным данным; зависимость скорости от коэффициентов упругости, соотношения фаз, от плотности, пористости, глинистости, температуры, давления, возраста и литологического состава пород. Поглощение упругих волн в горных породах. Коэффициенты поглощения упругих волн и их зависимости от вещественного, фазового состава, структуры пород, температуры, частоты колебания.

**18. Петрофизические связи** и их использование для геологической интерпретации результатов геофизических исследований скважин

Петрофизическая модель горной породы. Детерминированные и статистические модели. Функциональные и корреляционные уравнения, описывающие эти модели. Парные и множественные корреляционные связи, способы их получения и статистические оценки. Связи типа "керн-керн", "геофизика-керн", "геофизика-геофизика", "геофизика-гидродинамика". Учет термобарических условий при построении и использовании петрофизических связей. Место петрофизических связей при решении прямых и обратных задач разведочной геофизики.

Петрофизические связи - основа геологической интерпретации данных промысловой геофизики. Соответствие используемых связей изучаемому геологическому объекту, критерии этого соответствия. Применение петрофизических связей на стадиях разведки, подсчета запасов и проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений. Использование петрофизических связей при разведке и промышленной оценке месторождений ископаемых углей, руд и нерудного сырья.

Использование результатов петрофизических исследований для комплексной интерпретации данных полевой и промысловой геофизики.

Составление сейсмоакустического разреза по данным широкополосного акустического метода, других методов ГИС и вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Использование результатов изучения объемной плотности, а также магнитных и электрических свойств горных пород при интерпретации данных гравиразведки, магниторазведки, электроразведки.

Составление типовых петрофизических разрезов площади, месторождения, региона. Корреляция петрофизических разрезов. Петрофизическое районирование.

**19. Перспективы развития петрофизики.** Основные задачи по совершенствованию петрофизических методов изучения керна и шлама, способов обработки, хранения и использования петрофизической информации с применением ЭВМ.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. - М.: Недра, 1991.

2. Виноградов В.Г., Пацевич С.Л., Дахнов А.В. Лабораторный практикум по петрофизике. - М.: Недра, 1990

**б) дополнительная литература:**

1. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств

и нефте- газонасыщения горных пород. - М.: Недра, 1975, 2-е изд., 1980.

2. Добрынин В.М., Серебряков В.А. Геолого-геофизические методы прогнозирования аномальных давлений. - М.: Недра, 1985.

3. Геофизика. Н-Т журнал Евро-Азиатского геофизического общества с № 1 1996г.

4. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. Справочник. Под ред В.М.Добрынина. - М.: Недра, 1988

5. Кобранова В.Н. Петрофизика. - М.: Недра, 1966.

6. Скважинная ядерная геофизика. Справочник геофизика. - М.: Недра, 1990

7. Справочник по литологии. - М.: Недра, 1983

**1.2. Т ЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**1. Введение.** Детерминированный и вероятностно-статистический подходы к обработке геоданных. Геометрическая вероятность как основа расчета геофизических сетей. Роль статистической вероятности при обработке данных физических свойств горных пород и руд. Теорема Байеса и ее значение для переоценки априорных вероятностей. Критерии согласия.

**2. Корреляционно-регрессионный анализ**, интерполяция и аппроксимация геофизических данных. Корреляция и регрессия. Информационная матрица Фишера. Корреляционная таблица. Оценка тесноты корреляционной связи. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициент ранговой корреляции. Множественный коэффициент корреляции. Корреляционное отношение. Виды регрессии и их применение. Линейная регрессия и ее применение при обработке данных физических свойств горных пород, определение глубины залегания горизонта по геофизическим данным и т.д. Нелинейная регрессия ее применение. Множественная регрессия и ее применение для количественной комплексной интерпретации, обработки данных физических свойств пород и т.д.

Корреляционные методы преобразований гравитационных и магнитных аномалий. Корреляционный метод разделения геофизических аномалий.

**3. Дисперсионный и факторный анализы геофизических данных**. Основы дисперсионного анализа. Факторная, общая и остаточная дисперсии. Однофакторный анализ. Двухфакторный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ рангов.

Применение дисперсионного анализа при изучении тренда.

Факторный анализ. Математическая модель факторного анализа. Ковариационная и корреляционная матрицы.

Метод главных компонент. Собственные значения и собственные векторы корреляционной матрицы, и их физический смысл при обработке геофизических полей.

Области применения факторного и компонентного анализов в разведочной геофизике. Разделение геофизических полей на составляющие. Интерполяция наблюденных полей. Комплексная интерпретация геофизических данных.

**4. Корреляционные характеристики геофизических полей** Основные понятия теории случайных процессов. Математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция. Стационарность и эргодичность случайного процесса. Автокорреляционная функция (АКФ) и ее применение. Определение АКФ, основные виды автокорреляционных функций геофизических полей. Интервал корреляции, определение и его применение при обработке данных. Построение корреляционной матрицы по АКФ при оценке формы и корреляционных свойств сигналов и помех, при оценке разрешающей способности различных приемов обработки. Корреляционное зондирование потенциальных полей.

Взаимно-корреляционные функции (ВКФ) и их применение.

Применение ВКФ для оценки простирания аномалии, формы сигналов, величины отношения сигнал/помеха.

Двумерные и трехмерные корреляционные функции, определение и применение. Структурная функция и ее применение в задачах обработки данных. Ретрокорреляционная функция.

**5. Спектральный анализ геофизических сигналов**. Спектры непрерывных сигналов и их дискретных аналогов. Спектры непрерывного периодического сигнала. Быстрое преобразование Фурье. Дискретизация непрерывных сигналов. Теорема Котельникова. Разложение сигналов по сферическим функциям.

Спектры стационарного случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Спектр автокорреляционной функции.

Z-преобразование и разложение сигналов по другим системам ортогональных функций. Функции Уолша.

Основные приложения спектрального анализа при обработке геофизических данных. Оценка спектральных составляющих наблюденного поля. Изучение трансформаций полей в магнитогравиразведке, сглаживание полей и т.д.

**6. Линейная фильтрация геофизических полей**. Математические модели геофизических полей. Свертка во временной и частотной областях. Физически реализуемые фильтры. Рекурсивная фильтрация. Фильтры Чебышева и Баттерворта. Двумерные линейные фильтры. Характеристика направленности. Пространственно-временные фильтры в сейсморазведке.

Оптимальные линейные фильтры: Колмогорова – Винера, согласованный, энергетический. Обратный фильтр, компенсирующий фильтр, прогностический фильтр. Вейвлет – анализ геофизических полей.

**7. Теория статистических решений в задачах обнаружения слабых сигналов**. Основные понятия теории статистических решений. Статистическая гипотеза. Ошибки 1 и 2 рода и их вероятности. Функция правдоподобия. Средний риск.

Критерии принятия статистических решений. Критерий минимального риска. Критерий Котельникова и максимального правдоподобия. Критерий минимакса. Критерий Неймана-Пирона. Критерий последовательного анализа.

Надежность обнаружения аномалии. Определение понятия надежности обнаружения аномалии. Применение этого понятия для выражения количественной зависимости между величиной отношения сигнал/помеха и вероятностью обнаружения, оценки шага съемки при заданном отношении сигнал/помеха и оценки глубинности исследований.

Способ обратных вероятностей.

Способ межпрофильной корреляции.

Способ адаптивной (самонастраивающейся) фильтрации. Примеры применения.

Непараметрические приемы обнаружения геофизических аномалий

**8. Комплексный анализ геофизических полей**. Понятие о распознавании образов. Математические модели при обработке данных комплекса. Основные принципы обработки данных геофизического комплекса.

Оценка информативности признаков и их комплекса. Оценки, основанные на расчете энтропии, отношения сигнал/помеха, надежности обнаружения.

Информационная совокупность признаков.

Комплексный анализ признаков при наличии эталонных объектов.

Логические приемы обработки, регрессионный анализ и проверка статистических гипотез при распознавании образов. Потенциальные функции.

Комплексный анализ признаков при отсутствии эталонных объектов. Применение факторного анализа и метода главных компонент. Кластер-анализ. Примеры применения для задач геокартирования и поисков месторождений полезных ископаемых.

4.2.9. Обработка многоуровневой геофизической информации.

Понятие об интегрированном системном анализе геоинформации. Принципы интегрированного системного анализа. Эффект телескопирования геофизических сигналов. Многомерные аналоги способов обратных вероятностей и самонастраивающейся фильтрации. Количественные приемы оценки глубины залегания контактной поверхности по многоуровневым геофизическим наблюдениям.

Комплексный анализ многоуровневой и разнопараметровой геоинформации. Многофакторные модели геообъектов.

**Рекомендуемая литература:**

**а). Основная литература:**

1. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М. Недра, 1986

2. Рапопорт М.Б. Вычислительная техника в полевой геофизике. М. Недра, 1994.

**б). Дополнительная литература:**

1. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика под редакцией В.И. Дмитриева М.Недра, 199г.

2. О.Л. Кузнецов, А.А.Никитин Геоинформатика, М.Недра, 1992..

* 1. **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

**1. Введение.** Цель и задачи дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

**2.** **Метрология.** Предмет метрологии и ее место среди других наук. Краткая историческая справка о развитии метрологии.

Основные проблемы метрологии. Теоретические основы метрологии. Единство измерений. Предметы и явления окружающего мира как объекты познания. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойства, физические величины, количественные и качественные проявления свойств объектов геофизических и геологических исследований. Специфика геофизических величин.

Понятие об измерении. Измерительное преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, воспроизводимой мерой. Основные элементы процесса измерения. Классификация измерений. Понятие об испытании и контроле.

Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений). Понятие об эталонах. Передача размера единиц от эталона к рабочим эталонам и рабочим средствам измерений. Поверочные схемы. Понятие о поверке средств измерений. Способы поверки средств измерений. Стандартные образцы.

**3. Погрешности измерений.** Истинные и действительные значения измеряемой величины. Понятие о погрешности. Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Правила округления результатов измерений. Понятие о неопределенности результата измерений.

Систематические погрешности. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Исключение систематических погрешностей путем введения поправок.

Случайные погрешности. Вероятностное описание случайных погрешностей. Законы распределения случайных погрешностей. Композиция законов распределения. Числовые параметры законов распределения. Энтропийное значение погрешности.

Точечные оценки законов распределения. Оценки математического ожидания и дисперсии. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Квантильные оценки доверительного интервала. Доверительный интервал для оценок дисперсии и среднеквадратического отклонения.

Грубые погрешности и методы их исключения. Критерии исключения грубых погрешностей. Критерии Граббса, "трех сигм". Романовского, Шовенэ.

**4. Обработка результатов измерений.** Методы измерений: прямые, косвенные, совместные и совокупные.

Обработка результатов прямых многократных измерений. Обработка результатов прямых многократных равноточных и неравноточных измерений. Идентификация закона распределения результатов измерений. Критерий Пирсона. Составной критерий. Технические измерения.

Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов косвенных измерений при линейной зависимости между аргументами*.* Случайные погрешности косвенных измерений. Систематические погрешности косвенных измерений. Обработка результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости между аргументами. Метод линеаризации. Вероятностное описание погрешностей косвенных измерений.

Обработка результатов совместных измерений. Обработка результатов совокупных измерений. Метод наименьших квадратов. Методы обработки результатов измерений при однофакторном эксперименте.

Суммирование погрешностей. Основы теории расчетного суммирования погрешностей. Упрощенные методы определения значения квантильных множителей. Суммирование систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей коррелированных и некоррелированных величин. Суммирование случайных и систематических погрешностей. Критерий ничтожно малой погрешности.

1. **Средства измерений.** Основные понятия, связанные со средствами измерений.

Классификация и свойства средств измерений. Погрешности средств измерений. Источники погрешностей. Характеристики и параметры средств измерений в статическом и динамическом режимах.

Метрологические характеристики средств измерений. Общие принципы выбора и нормирования метрологических характеристик средств измерений. Комплексы нормируемых метрологических характеристик. Расчет погрешностей средств измерений по метрологическим характеристикам в реальных условиях эксплуатации. Классы точности средств измерений.

**6. Метрологическая служба Российской Федерации.** Государственная система обеспечения единства измерений. Государственные испытания средств измерений. Государственная система приборов. Система стандартов в области метрологии и другой нормативной метрологической документации. Международные метрологические организации.

Метрологическое обеспечение предприятий геологической разведки.

Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения.

**7.** **Стандартизация.** Цели и функции стандартизации. Стандартизация, ее роль в повышении качества продукции. Концепция системы стандартизации России. Государственная система стандартизации РФ.

Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов

**8. Построение системы стандартов.** Важнейшие стандарты различных систем: Государственная система стандартов (ГСС), система документации, определяющая показатели качества, надежности и долговечности продукции (СПКП), система разработки и постановки продукции на производство, система стандартов по охране природы. Типовая структура стандарта.

**9. Классификация и кодирование стандартов и документов.** Методы классификации объектов. Общероссийские классификаторы. Обозначения стандартов. Стандартизация и применение информационных знаков.

**10. Разработка стандартов.** Причины разработки стандартов. Участники разработки стандартов. Процедура разработки стандарта. Технический уровень требований стандартов. Применение стандартов. Нормативные документы и стандарты для сертификации.

Ответственность при использовании стандартов. Государственный надзор и контроль за соблюдением государственных стандартов.

**11**. **Сертификация.** Основные цели и объекты сертификации. Термины и определения в области сертификации. Качество продукции и защита потребителя. История развития сертификации в России и за рубежом. Современные тенденции развития сертификации. Взаимосвязь стандартизации и сертификации. Отраслевые особенности сертификации.

Организационно-методические и нормативно-правовые основы работ по сертификации.

Законы РФ «О защите прав потребителей», «О сертификации продукции и услуг», «О стандартизации», «Об обеспечении единства измерений». Стандартизация объектов сертификации в виде нормативных документов на продукцию, услуги, системы качества и персонал. Серия стандартов ГОСТ Р ИСО 9000. Стандарты на методы исследований и проверок. Нормативные документы, регламентирующие деятельность органов по сертификации и искательных лабораторий. Стандарты серии ГОСТ Р 51000 EN 45000.

**12. Обязательная и добровольная сертификация.** Причины разделения сертификации на регулируемую законами (обязательную) и нерегулируемую (добровольную) области. Номенклатура продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации в РФ. Добровольная сертификация систем качества на соответствие стандартов серии ИСО 9000.

Системы сертификации, схемы сертификации в профилирующей отрасли.

Основные цели и задачи систем сертификации. Условия осуществления сертификации. Правила построения системы сертификации.

Определение схемы сертификации. Схемы сертификации продукции и услуг в Российской Федерации. Правила и порядок проведения сертификации.

Сертификация продукции, сертификация услуг в профилирующей отрасли.

Основные этапы сертификации продукции. Содержание протокола испытаний продукции. Вид и содержание сертификата соответствия на продукцию.

Сертификация услуг. Основные этапы сертификации услуг. Требования к содержанию сертификата соответствия на услуги.

Сертификация персонала*.* Особенности сертификации специалистов. Отличие аттестации и сертификации.

Аккредитация и взаимное признание сертификации. Цели и задачи аккредитации испытательных лабораторий и органов по сертификации. Структура систем аккредитации. Основные этапы процесса аккредитации. Деятельность органов по аккредитации.

**13. Научно-техническое обеспечение сертификации.** Основы сертификационных испытаний. Основы техники измерений   
параметров продукции. Точность и достоверность сертификационных испытаний и контроля.

**14. Обеспечение качества сертификации**. Сертификация систем качества предприятий*.* Основные этапы сертификации систем качества (СК): предварительная оценка документации СК, составление экспертизы элементов СК на предприятии, составление акта проверки, решение о сертификации. Состав документов, подтверждающих наличие СК на предприятии. Рабочая документация органа по сертификации (чек-листы, формы уведомлений и несоответствий, акт проверки СК и др.). «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества». Серия стандартов ГОСТ Р 40.001 - 40.005.

Исторические основы развития стандартизации и сертификации на международном, региональном и национальном уровнях. Международная деятельность в области сертификации.

**. Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учеб. пособие для вузов. - М.: Логос, 2000

Сергеев А.Г., Латышев М.В. Сертификация. Учеб. пособие для студентов вузов. - М.: Логос, 1999

**б) дополнительная литература:**

Асташенков А.Л.. Немчинов Ю.Л., Лысенко В.Г. Теория и практика поверки и калибровки. - М.: Изд-во стандартов, 1994.

Исаев Л.К., Малинский В.Д. Метрология и стандартизация в сертификации. Учебное пособие. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996

Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. - 2-е изд. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999

Метрология*,* стандартизация и сертификация в вузах России: Сб. метод. материалов. - М.: Изд-во стандартов, 1998.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Теоретическая метрология» / Под ред. А.Г. Сергеева. - Владимир, 1997.

Назаров Н.Г., Архангельская. Современные методы и алгоритмы обработки измерений и контроля качества продукции: Учебное пособие. - М.: Издательство стандартов, 1995

Попов Ю.П. Стандартизация. Конспект лекций. - М.: МГУИЭ, 1999

Тарбеев Ю.Л. Эталоны России // Измерительная техника. 1995. № 6. С. 67-69.

Широков В.Н., Лобанков В.М. Теоретические основы метрологии геофизических исследований скважин. - М.: ГАНГ, 1996.

**1.4. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**Введение.** Этапы развития геоинформационных систем (ГИС). Основные направления применения ГИС.

**Топографические данные в геоинформационных системах.** Системы координат, применяющихся в ГИС. Топографические проекции. Перевод географических координат в прямоугольные и обратно.

**Аппаратное обеспечение геоинформационных систем**. Системы спутниковой навигации и обработка получаемой с их помощью информации в геоинформационных системах.

**Способы представления геолого-геофизической информации в ГИС**. Растровые и векторные модели геообъектов. Векторизация и растеризация моделей. Автоматизация процессов векторизации в различных ГИС.

**Структуры геоинформационных систем**. Базы данных и системы управления ими в различных ГИС. Наполнение типовых ГИС.

**Программно-аппаратное обеспечение визуализации данных в ГИС**. Способы визуализации геоинформации. Аппаратные комплексы для создания изображений на твердых носителях.

**Основные направления развития геоинформационных систем**.

**Рекомендуемая литература**:

О.Л.Кузнецов А.А. Никитин Геоинформатика . М.: Недра. 1992.

Кошкарев А.В. Тикунов В.С. Геоинформатика М.: Картоцентр Геодезиздат . 1993.

**1.5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОФИЗИКЕ**

**1. Введение.** Развитие геофизики и средств обработки данных. Принципы применения компьютерных технологий в геофизике.

**2. Специализированные устройства, обеспечивающие цифровую обработку геофизических данных.** Форматы данных геофизических обрабатывающих систем. Передача данных. Устройства ввода данных в ЭВМ. Работа с бумажными носителями. Цифровые станции. Предварительная обработка.

**3. Типы ЭВМ, используемые для обработки.** Поколения ЭВМ. Семейства современных ЭВМ, их архитектура. Внутреннее представление данных. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Операционные системы. Организация данных. Файловые системы. Мультизадачность и многопользовательская защита. Оценка производительности и оптимизация компонентов операционных систем. Особенности реализаций современных систем на различных ЭВМ.

**4. Компьютерные сети.** Семиуровневая сетевая модель. Компьютерные сети. Топология сетей. Программно-аппаратные решения. Сети локальные и глобальные. Сетевые протоколы. Модель клиент-сервер. Производительность сетей. Защита информации в сети.

**5. Системы обработки геофизических данных.** Информационная основа современных обрабатывающих систем. Взаимодействие обрабатывающих программ друг с другом. Организация данных. Распределенные базы данных. Структура, установка и настройка современных систем (ГИС-Подсчет, LogTools, Гинтел, Сиал, Геккон, Ингис, Гема, WorkBench, Dv-технология).

**6. Алгоритмы обработки геолого-геофизической информации.** Методы решения обратных задач геофизики на ЭВМ. Комплексная интерпретация. Выбор и настройка петрофизических моделей пород. Устойчивость решения. Регуляризирующие алгоритмы. Классификация. Нормализация. Статистический подход. Экспертные системы. Попластовая и непрерывная обработка. Разбиение на пласты. Взаимоувязка по глубине. Корреляция. Создание и хранение информации 3d и 4d. Форматы хранения и передачи геофизической информации. Межсистемный обмен данными. Хранение и архивация данных.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Дьяконова Т.Ф. Применение ЭВМ при интерпретации данных геофизических исследований скважин: Учеб. пособие для геофиз. спец. вузов/ - М.: Недра, 1991. -220 c.: ил.. - (Высшее образование.). - Библиогр.: с. 216 (14 назв.)
2. Ломтадзе В.В. Программное и информационное обеспечение геофизических исследований. - М.: Недра, 1993. -268 c.: ил.. - Библиогр.:с.221-223 (58 назв.).
3. Компьютерные системы и сети: Учеб.пособие для студентов вузов по экон.спец./ Косарев В.П., Еремин Л.В., Машникова О.В. и др; Под ред.В.П.Косарева,Л.В.Еремина. - М.: Финансы и статистика, 1999. –463 с.: ил.. - Авт.указ.на обороте тит.л. Библиогр.: с.447-448(38 назв.).Предм.указ.:с.459-463.
4. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учеб./ Олифер В.Г., Олифер Н.А.. - СПб: ПИТЕР, 1999. - 668 с.: ил.. - Библиогр.:с.641-642 (27 назв.).Алф.указ.:с.643-668.

**б) дополнительная литература:**

1. Кулагин А.В. Моделирование геологических процессов при интерпретации геофизических данных/ Кулагин А.В., Мушин И.А., Павлова Т.Ю.. - М.: Недра, 1994. -250 c.: ил.. - Библиогр.:с.246-248 (67 назв.)
2. Косков В.Н. Основы машинной интерпретации данных геофизических исследований нефтегазовых скважин. - Пермь: Изд-во Перм.ун-та, 1995. –132 c.: ил.. - Библиогр.:с.128-132 (70 назв.).
3. Кушнир Г.С. Компьютерные технологии в геологии и геофизике/ Кушнир Г.С., Северова Е.И.. - М.: 1996. -311 с.: ил.. - В надзаг.: Рос. АН, Объед. ин-т физики Земли им. О.Ю.Шмидта. Библиогр.: с.285-287 (94 назв)
4. Введение в управление сетями РС. Основы для деловых людей. -Б.м., 1994. - 40 c.: ил.
5. Локальные вычислительные сети/ Под ред. С.В.Назарова Кн. 1: Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. -1994. – 206 с.: ил. - Библиогр.: с.201 (21 назв.). Предм. указ.: с.202-204.
6. Фролов А.В. Локальные сети персональных компьютеров. Монтаж сети, установка программного обеспечения/ Фролов А.В., Фролов Г.В.. -2-е изд.,стер.. -М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. - 169 c.: ил. MS-DOS для программиста;Т.7). - Библиогр.:с.166 (8 назв.).
7. Фролов А.В. Локальные сети персональных компьютеров: Использование протоколов IPX, SPX, NETBIOS/ Фролов А.В., Фролов Г.В.. -2. изд., стер. -М.: Диалог-МИФИ, 1995. - 160 c. MS-DOS для программиста; Т.8(1995)).
8. Бэрри Нанс Компьютерные сети: Пер.с англ.. -М.: БИНОМ, 1995. - 395 c.: ил. - (Club Computer. ). - Пер. изд.: Introduction to networking/Barry Nance. - S.l., 1994.
9. Ценк А. Novell NetWare 4.x/ Пер.с нем.под ред.В.В.Шаронова. - Киев: Торгово-издат.бюро BHV, 1995. -782 с.: ил.. - Пер. изд.: Novell NetWare 4.x/Zenk A.. - Bonn et.al., S.a.. - Предм.указ.:с.772-777

**1.6. АЛГОРИТМЫ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ

1.1. Этапы обработки и интерпретации данных разведочной геофизики. Состав, последовательность и назначение процедур. Организация данных и процесса их обработки. Языки заданий. Особенности обработки гравитационной и электроразведочной информации.

1.2. Подготовка данных к обработке. Демультиплексация. Присвоение координат. Сортировка данных и редактирование.

Учет геометрического расхождения и поглощения сейсмических волн при восстановлении амплитуд. Нормирование и выравнивание амплитуд.

Определение статических и кинематических поправок в сейсморазведке и их коррекция. Определение и ввод поправок в данные гравимагниторазведки и электроразведки.

1.3. Одноканальная и много канальная фильтрации данных разведочной геофизики. Обратная фильтрация.  
Формирование и обработка временных разрезов. Автоматизированное прослеживание сейсмических волн.

Скоростной анализ. Формирование скоростных спектров на основе регулируемого направленного анализа. Определение эффективных скоростей по временным полям. Определение пластовых скоростей.

1.4. Алгоритмы определения динамических параметров сейсмического волнового поля. Способы определения упругих свойств среды и параметров поглощения. Получение разрезов акустической жесткость и коэффициентов Пуассона.

1.5. Алгоритмы миграции. Преобразование дифракционное, Кирхгофа. Конечно-разностная и спектральная миграции. Миграция параметров волнового поля.

1.6. Способы решения прямых и обратных задач сейсморазведки, гравимагниторазведки и электроразведки и их применение при интерпретации результатов обработки данных.

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС

2.1. Первичная обработка данных геофизических исследований скважин (ГИС). Оценка качества исходных данных.

2.2. Предварительная обработка. Масштабирование в единицах геофизических величин. Увязка геофизических данных. Приведение исходных методов к идеальным условиям. Статистическая настройка показаний геофизических методов.

Исключение грубых ошибок. Интерполяция аномальных значений. Ввод поправок. Динамические и статистические поправки. Восстановление и нормирование геофизических данных.

2.3. Теория интерпретации геофизических данных. Методы интерпретации: сравнительные методы (сравнение с типовым геолого-геофизическим разрезом, кросс-плоты), статистические методы. Проблемы интерпретации геофизических данных. Прямые и обратные задачи геофизики. Методы решения прямых задач. построение синтетических разрезов. Основные требования к программному обеспечению. Сравнение существующих программ по точности вычислений и быстродействию.

Методы решения обратных задач: нелинейных уравнений, систем уравнений, неопределенных уравнений. Алгоритмы интерпретации данных электрических зондирований методом подбора. Итерационные методы решения некорректных задач. Критерии выбора регулированного приближения. Алгоритмы и методы оптимизации, применяемые при решении обратных задач в линейной и нелинейной постановках.

2.4. Характеристика и способы получения априорной геофизической информации. Геолого-геофизическая изученность регионов, месторождений, залежей. Геолого-технические условия получения геофизической информации. Геолого-техническое районирование.

2.5. Решение геологических задач геофизическими методами. Цитологическое расчленение разреза, выделение коллекторов, оценка характера насыщения: распознавание образов, комплексные коды, прочие методы. Проблема распознавания, математическая теория распознавания образов, распознавание изображений. Геофизические методы получения подсчетных параметров месторождений нефти и газа: пористости, глинистости, нефтенасыщенности. Петрофизические связи. Испытание объектов.

Настройка алгоритмов обработки: нахождение форм и уравнений многомерных связей, учет функции распределения искомого параметра для построения регрессионной зависимости. Модели терригенной и карбонатной породы для непрерывной обработки геофизических данных.

Корреляция геофизических данных, геологических объектов. Методы построения геолого-геофизических разрезов, корреляционных схем, профилей, карт геофизических параметров. Программы построения карт и вывода их на бумажный носитель. Построение объемно-флюидальных моделей залежей.

2.6. Оценка точности и достоверности геофизической обработки и интерпретации.

СИСТЕМЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

3.1. Структура системы геофизической обработки и интерпретации.

Типы систем. Принципы организации и функционирования систем и задачи обработки. Обзор автоматизированных систем для обработки геофизических материалов на ЭВМ. Отличительные особенности различных систем для обработки данных. Основные способы обработки данных (поточечная и попластовая обработка) их достоинства и недостатки. Представление данных в ЭВМ для различных способов обработки. АРМы геофизической обработки и интерпретации. Организация взаимодействия составных частей системы.

3.2. Принципы решения задач в системе геофизической обработки и интерпретации. Обратные связи. Итерации. Использование дополнительной метрологической информации.

3.3. Технология автоматизированной обработки и интерпретации.

3.4 Экспертные системы геофизической обработки и интерпретации

Особенности использования экспертных систем в геологии и геофизике. Характеристика инструментальных средств экспертных систем.

Представление знаний. Данные и знания. Логические модели. Сетевые модели. Продукционные модели. Сценарии. Ленемы.

Методы работы со знаниями. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Дедуктивный вывод на знаниях. Неточный вывод на знаниях.

Обучение. Модели обучения. Обучение по примерам. Обучающиеся системы.

Языки и системы представления знаний.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1982.
2. Дьяконова Т.Ф. Применение ЭВМ при интерпретации данных геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1991.
3. Заляев Н.З. Методика автоматизированной интерпретации геофизических исследований скважин. Минск. Университетское, 1990.
4. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. Справочник под ред. В.М. Добрынина. –М.: Недра. 1988
5. Латышова М.Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований  
   скважин. – М.: Недра, 1991.
6. Латышова М.Г.. Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. – М.: Недра. 1991.
7. Обработка и интерпретация данных промысловых геофизических исследований на ЭВМ./ Справочник под ред. Н.Н.Сохранова – М.: Недра. 1989.
8. Организация и технология обработки данных в сейсморазведке. Матвеенко Т.В., Пудовкин А.А.. Тищенко И.В. и др. М.: Недра, 1987.
9. Пузырев Н.Н. Временные поля отраженных волн и метод эффективных параметров. – М.: Наука, 1979.

10. Сейсморазведка. / Справочник геофизика. Кн. Первая, вторая. – М.: Недра. 1990.

11. Урупов А.К.. Левин А.Н. Определение и интерпретация скоростей в методе отраженных волн. – М.: Недра. 1985.

12. Шериф Р.. Геддарт Л. Сейсморазведка. Ч.1, -к П. –M.: Мир, 1984.

1. **РАЗВЕДОЧНАЯ ГЕОФИЗИКА**
   1. **МАГНИТОРАЗВЕДКА**

**Магнитное поле Земли и его элементы** (3 часа). Вероятная природа нормального поля, его изменение в пространстве и во времени, значение учета этих изменений при обработке данных полевых магниторазведочных работ. Магнитные аномалии и геологические причины их возникновения. Специфика магнитного поля океанической коры.

**Магнитные свойства горных пород** (5 часов) - намагниченность и магнитная восприимчивость. Минералы, определяющие магнитные свойства горных пород. Зависимость магнитных свойств от намагничивающего поля и температуры. Магнитные свойства горных пород и их изменеие в процессе метаморфизма. Причины и закономерности латерального изменения магнитных свойств пород платформенного чехла.

**Типы полевых магнитометров** (2 часа), используемых при полевых магниторазведочных работах. Основы конструкции, метрологические характеристики, правила эксплуатации протонных и квантовых магнитометров.

**Методика магниторазведочных работ** (9часов). Задачи, решаемые наземными, воздушными и морскими магнитными съемками. Масштабы съемок, обоснование выбора масштаба, сети, допустимой погрешности съемок и аппаратуры. Опорные сети наземных и воздушных съемок, их назначение, густота, способы разбивки и увязки. Учет вариаций магнитного поля при наземных, воздушных и морских съемках. Оценка качества съемки. Обработка наблюдений, графическое оформление результатов. Скважинная магниторазведка - подготовка аппаратуры для измерений, регистрация измеряемых значений. Источники погрешности при измерении магнитного поля в скважинах и меры по снижению их влияния. Обработка материалов и изображение результатов скважинной магниторазведки.

**Магнитное поле намагниченных тел** (15 часов). Общие аналитические выражения составляющих вектора магнитной индукции намагниченных тел. Аналитические выражения поля ΔТ. Магнитное поле тел простой правильной геометрической формы. Магнитные аномалии линейных складчатых структур. Магнитные аномалии зон выклинивания. Эквивалентность внешних магнитных полей некоторых двумерных объектов с постоянной и линейно меняющейся намагниченностью.

**Трансформация магнитных аномалий** (8 часов). Цели различных трансформаций магнитного поля. Вычислительные схемы разных трансформаций. Различие вычислительных схем, используемых при ручном и машинном вычислении трансформант. Проблема интерпретации трансформат.

**Интерпретация магнитных аномалий** (14 часов). Понятие о физико-математической и геологической интерпретации магнитных аномалий. Простые способы оценки глубины залегания и параметров намагниченных тел правильной геометрической формы по изолированным аномалиям при горизонтальной и наклонной поверхности наблюдений.

**Применение магниторазведки при решении геологических задач** (6 часов). Организация и методика проведения магниторазведочных работ. Применение магниторазведки при картировании осадочных, магматических и метаморфических пород, зон контактово и гидротермально измененных пород, зон литологофациальной изменчивости, разрывных нарушений. Применение магниторазведки при поисках месторождений нефти и газа, железа, меди, полиметаллических руд, бокситов, никеля, вольфрама и молибдена, олова, золота, алмазов. Геологическое картирование по магнитной восприимчивости рыхлых отложений.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. - Л.: Недра, 1979.

2. Гринкевич Г.И. Магниторазведка. -Учебник для техникумов. М.: Недра, 1987.

**б) дополнительная литература:**

1. Инструкция по магниторазведке / М-во геологии СССР. - Л.: Недра, 1981.

2. Магниторазведка. - Справочник геофизика. - М.: Недра, 1980.

3. Справочник оператора-магниторазведчика / Под ред. В.Е.Никитского. М.: Недра, 1987.

4. Тафеев Г.П., Соколов К.П. Геологическая интерпретация магнитных аномалий. - Л.: Недра, 1980

**2.2. ГРАВИРАЗВЕДКА**

**1. Введение**. Сущность гравитационного метода разведки. Основные истори­ческие этапы его развития. Вклад отечественных ученых в развитие гравиразведки. Характеристика геологических задач, решаемых гравиразведкой. Роль гравираз­ведки в общем комплексе геологоразве­дочных работ.

**2. Гравитационное поле и поле силы тяжести**. Гравитационное поле. Напря­женность и потенциал гравитационного поля. Сила тяжести. Соотношение между силой притяжения и центробежной силой на поверхности Земли. Потенциал силы тяжести. Эквипотенциальные (уровенные) поверхности. Вторые производные по­тенциала силы тяжести и их физический смысл. Единицы измерения элементов гравитационного поля. Изменения силы тяжести во времени.

**3. Нормальное поле силы тяжести.** Фигура Земли. Геоид и его аппроксима­ции. Основные формы представления нормального поля силы тяжести. Разложения потенциала силы тяжести в ряды. Практические формулы расчета нормальных зна­чений силы тяжести. Нормальные значения вторых производных потенциала силы тяжести.

**4. Аномалии силы тяжести**. Гравитационные аномалии и их природа. Сме­шанные и чистые аномалии. Характеристика плотностей горных пород и руд. Смысл введения редукций силы тяжести. Редукция в свободном воздухе и аномалии Фая. Поправка за промежуточный слой и ее составные части - поправка Буге и поправка за рельеф местности. Аномалии Буге. Поправки Брунса и Жонголовича. Редукция Прея. Изостазия и изостатические редукции. Редукция Гленни. Особенности реду­цирования силы тяжести на море. Аномалии высших производных потенциала силы тяжести.

**5. Способы измерения элементов гравитационного поля**. Классификация способов измерения ускорения силы тяжести. Абсолютные и относительные спо­собы. Маятниковые способы определения ускорения силы тяжести. Баллистический способ определения ускорения силы тяжести и его основные варианты. Относи­тельные измерения ускорения силы тяжести способом взвешивания. Измерения ускорения силы тяжести по частоте колебания нагруженной струны. Измерения го­ризонтальных градиентов и кривизн с помощью крутильных упругих систем. Воз­можности измерения вертикального градиента силы тяжести. Перспективы развития вариометрии.

**6. Статические гравиметры.** Основные типы чувствительных элементов гра­виметров. Упругие свойства материалов систем. Несовершенства упругости. Эле­менты теории пружинных весов. Уравнение гравиметра. Чувствительность грави­метров. Основные узлы гравиметра. Индикаторы малых перемещений. Устройства компенсации и измерения ускорения силы тяжести. Теплоизоляция, термостатиро­вание и термокомпенсация. Герметизация и барокомпенсация систем. Ослабление других внешних влияний на показания гравиметров. Конструктивные особенности основных типов гравиметров. Автоматизированные гравиметры. Струнные гравиметры. Телеуправляемые донные и скважинные гравиметры. Челночные зонды для скважинной гравиметрии.

**7. Техника работы с гравиметрами**. Регулировка и исследования гравимет­ров. Установка уровней на минимум чувствительности к наклону. Регулировка чув­ствительности гравиметра. Определение температурной характеристики. Опреде­ление времени становления отсчета. Испытания гравиметров на механическую устойчивость. Введение гравиметра в рабочий режим. Способы эталонирования гравиметров.

**8. Методика наземной и подземной гравиметрической съемки**. Мировая гра­виметрическая сеть. Национальная опорная сеть. Опорная и рядовая сети съемки. Погрешность съемки и сечение изоаномал отчетной карты. Основные приемы вы­числения масштаба, густоты сети и точности съемки. Требования к точности топо-геодезического обеспечения съемки. Основные системы наблюдений при измере­ниях на опорной сети. Обработка измерений на опорных сетях. Уравнивание опор­ных сетей. Измерения на рядовой сети и их обработка. Особенности методики вы­сокоточных детальных съемок. Независимый контроль и оценка точности измере­ний. Способы учета влияния дневного и погребенного рельефа. Вычисление ано­мальных значений ускорения силы тяжести. Составление каталога, карт и графиков аномалий ускорения силы тяжести. Особенности гравиметрических работ в горных выработках. Методика и техника скважинной гравиметрии. Обработка результатов гравиразведки на ЭВМ. Автоматизированные системы обработки материалов гра­виметровых съемок. Методические особенности вариометрических и градиентомет­рических съемок. Методика и техника изучения вертикального градиента силы тя­жести с помощью гравиметров.

**9. Измерение ускорения силы тяжести на подвижном основан**ии. Основные принципы измерения элементов гравитационного поля на подвижном основании. Учет возмущающих ускорений и наклонов. Эффект Этвеша и его учет. Особенности маятникового метода измерения ускорения силы тяжести в движении. Аппаратура и оборудование для маятниковых измерений в движении. Обработка материалов ма­ятниковых наблюдений. Измерение ускорения силы тяжести в движении с помощью гравиметров. Основные виды набортных гравиметров. Кросс-каплинг эффект и его учет. Навигационное обеспечение измерения силы тяжести в движении. Обработка гравиметровых наблюдений при съемке в движении. Бортовые автоматизированные системы об­работки гравиметровых наблюдений в движении. Особенности методики и техники измерений ускорения силы тяжести на море и в воздухе. Профильные и площадные съемки. Уравнивание измерений при площадных съемках. Навигационное обеспе­чение морских и аэрогравиметрических съемок. Применение космических лета­тельных аппаратов для изучения ускорения силы тяжести Земли и других планет.

**10. Основы интерпретации гравитационных аномалий**. Задачи интерпретации. Обнаружение, разделение и детальное количественное описание гравитационных аномалий. Физико-геологические и физико-математические интерпретационные модели. Интегральные формулы для элементов гравитационного поля. Решение прямой задачи гравиразведки для простейших моделей. Решение прямой задачи с помощью палеток. Применение ЭВМ при решении прямой задачи гравиразведки. Обратная задача гравиразведки. Существование, единственность и устойчивость решения обратной задачи. Определение параметров простейших моделей способами характерных точек и касательных. Морфологический анализ карт и графиков гравитационных аномалий. Понятие трансформаций гравитационных аномалий. Основы метода подбора при интерпретации гравитационных аномалий.

**11. Применение гравиразведки**. Изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии. Гравиразведка при тектоническом районировании. Геологичес­кая съемка с применением гравиразведки. Применение гравиразведки для поисков месторождений нефти и газа. Поиски и разведка рудных месторождений. Поиски и разведка нерудных полезных ископаемых. Решение гидрогеологических и инже­нерно-геологических задач. Гравиразведка в археологии. Перспективы развития гравиразведки.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

Серкеров С.А. Гравиразведка и магниторазведка. М.: Недра. 1999.

Гравиразведка. Справочник геофизика. М.: Недра. 1990.

**б) дополнительная литература:**

Маловичко А.К., Костицын В.И. Гравиразведка. М.: Недра. 1992.

Миронов В.С. Курс гравиразведки. Л.: Недра. 1981.

Вычислительные математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика. М.: Недра. 1990.

* 1. **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ И МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ**

**1. Введение**. Этапы развития теории интерпретации гравитационных и маг­нитных аномалий и вклад в нее отечественных ученых. Основные задачи интерпре­тации. Принципы интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. Упроще­ния в физико-геологических и физико-математических моделях геологических объ­ектов. Модели интерпретируемых полей. Параметризация моделей.

**2. Решение прямых задач гравиразведки и магниторазведки**. Физико-матема­тические основы решения прямых задач. Интегральные соотношения для гравита­ционного и магнитного потенциалов. Соотношение Пуассона. Эффект размагничи­вания и его проявления. Эквивалентные простые слои при решении прямых задач.

Решение прямых задач для двумерных моделей. Комплексные характеристики двумерных полей. Теорема вращения для магнитного поля. Теоремы линейных преобразований. Комплексная формула Грина и представление аномальных полей интегралами типа Коши. Аномальные поля типовых двумерных моделей.

Гравитационные и магнитные аномалии трехмерных тел. Аномальные поля шара, материального стержня, многоугольной пластинки и многогранника.

Прямая задача магниторазведки для сильномагнитных объектов. Интеграль­ные уравнения для намагниченности и их численное решение.

**3. Обратные задачи гравиразведки и магниторазведки**. Понятие обратной задачи. Существование, единственность и устойчивость решения обратной задачи. Теоретическая и практическая эквивалентность. Классы единственности и теоремы единственности. Понятие о корректных и некорректных задачах.

Основные подходы к решению некорректных задач. Метод квазирешений. Ре­шение линейных задач методом квазирешений. Основы метода регуляризации.

**4. Обнаружение и разделение гравитационных и магнитных аномалий.** Мор­фологический анализ карт и графиков гравитационных и магнитных аномалий. Схемы типов и схемы вероятных источников аномалий. Основы статистического подхода к обнаружению аномалий.

Возможности разделения аномальных полей. Классификация способов разде­ления аномалий.

Геологическое редуцирование при разделении полей от известных и неиз­вестных объектов. Корреляционные способы разделения аномалий. Построение структурных трансформационных полиномов, критерии выбора их порядка.

Трансформации потенциальных полей. Основные задачи сглаживания, рас­чета высших производных и аналитического продолжения. Теоретические транс­формации и их частотный анализ. Вычислительные схемы трансформаций и их оп­тимизация.

Аппроксимационные способы разделения аномалий. Интерполяция и экстра­поляция в разделении полей. Разделение аномалий с помощью тренд-анализа. Ис­токообразная аппроксимация при разделении полей.

**5. Детальное количественное описание гравитационных и магнитных анома­лий**. Основные системы параметров объектов, однозначно определяемые по ано­мальным полям. Разложение гравитационного и магнитного полей в ряды Лорана. Гармонические моменты и интегральные характеристики источников аномалий. Квазиэквивалент. Интегральные, спектральные и аппроксимационные способы определения гармонических моментов по аномальным полям. Особые точки функ­ций, описывающих гравитационные и магнитные аномалии. Связь особых точек с формой источников аномалий. Основные способы локализации особых точек и определения их типа по аномальному полю.

Методы подбора и регуляризации. Оптимизация решений линейных, линеари­зованных и нелинейных задач подбора в гравиразведке и магниторазведке. Учет ограничений в задачах подбора. Регуляризация решений в процессе количествен­ной интерпретации. Критерии выбора оптимальных параметров регуляризации. Комплексирование способов интерпретации при решении типовых задач. Опреде­ление формы замкнутого тела. Определение формы контактной поверхности. Осо­бенности количественной интерпретации данных шахтных и скважинных наблюде­ний. Моделирование сложных геологических объектов. Моделирование сильномагнитных объектов.

Методология интерпретации гравитационных и магнитных аномалий и автоматизированные системы интерпретации.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

Гравиразведка. Справочник геофизика. М.: Недра. 1990.

Магниторазведка. Справочник геофизика. М.: Недра. 1990.

Вычислительные математика и техника в разведочной геофизике. Спра­вочник геофизика. М.: Недра. 1990.

**б) дополнительная литература:**

Маловичко А.К., Костицын В.И. Гравиразведка. М.: Недра. 1992.

Миронов В.С. Курс гравиразведки. Л.: Недра. 1981.

Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Л.: Недра. 1979.

* 1. **ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА**

**Введение.** Сущность и предмет электроразведки. Геоэлектрический разрез. Геоэлектрическое моделирование. Прямые и обратные задачи теории электроразведки. Связь электроразведки со смежными дисциплинами. Краткие сведения из истории электроразведки.

**Поля постоянных точечных и дипольных источников.** Нормальные поля. Поля источников, расположенных на поверхности слоистых разрезов. Поля точечных и дипольных источников в присутствии вертикальных контактов и локальных тел. Поля точечных источников в анизотропных средах. Магнитные поля точечных источников в неоднородных средах.

**Поля поверхностно и объемно поляризованных тел.** Общие сведения о методах расчета полей, создаваемых поляризованными геологическими телами. Поля поверхностно поляризованных шара и цилиндра. Поля объемно поляризованных сред. Временные зависимости вызванной поляризации. Вызванная поляризация в гармонически меняющихся полях.

**Гармонически меняющиеся поля в однородных и неоднородных средах**. Плоская электромагнитная волна. Волновое число. Скин-эффект. Нормальные поля дипольных и линейных источников. Гармонические поля в присутствии слоистых разрезов и локальных неоднородностей. Особенности полей радиоволновых частот.

**Переходные процессы при импульсном возбуждении**. Методы решения прямых задач применительно к нестационарным полям. Переходные процессы в первично однородном магнитном поле в присутствии локальных проводящих и магнитных тел. Нестационарные поля дипольных источников на поверхности слоистых разрезов. Влияние вызванной поляризации на характер нестационарного поля.

**Общие сведения об электроразведочном информационно-измерительном канале**. Структурная схема. Способы возбуждения электромагнитных полей, применяемые в электроразведке. Общие сведения о способах измерения электромагнитных полей. Классификация методов электроразведки.

**Электроразведочная аппаратура и оборудование.** Измерительная аппаратура для работы с постоянными, низкочастотными, нестационарными и высокочастотными полями. Источники тока, применяемые в электроразведке. Провода и вспомогательное оборудование.

**Группа методов сопротивления**. Сущность методов сопротивления. Установки для измерения кажущегося сопротивления. Вертикальные электрические зондирования. Электрическое профилирование. Метод заряда. Скважинные модификации метода сопротивлений.

**Группа методов поляризации**. Метод естественного электрического поля. Природа естественных полей локального характера. Методики съемок. Метод вызванной поляризации. Способы измерения вызванной поляризации. Методика полевых работ. Контактный способ поляризационных кривых.

**Методы магнитотеллурического поля.** Общие сведения о магнитотеллурическом поле. Магнитотеллурическое зондирование. Магнитотеллурическое профилирование. Магнитовариационное профилирование. Метод теллурических токов. Методы, использующие высокочастотные компоненты магнитотеллурического поля.

**Электромагнитные зондирования.** Общие принципы электромагнитных зондирований. Дистанционные зондирования. Зондирования основанные на скин-эффекте, зондирование становлением в дальней и ближней зонах.

**Индуктивные методы.** Общие сведения об индуктивных методах. Низкочастотные индуктивные методы. Методы незаземленной петли. Метод длинного кабеля. Дипольное индуктивное профилирование. Метод переходных процессов. Скважинные варианты индуктивных методов.

**Радиоволновые методы.** Общие сведения о радиоволновых методах. Радиоволновое просвечивание. Радиоволновое профилирование и зондирование. Радиолокационный метод.

**Технологические варианты электроразведки.** Морская и речная электроразведка. Аэроэлектроразведка. Активные и пассивные методы. Подземная электроразведка.

**Применение электроразведки в различных областях геологических и экологических исследованиях.** Поиски и разведка рудных месторождений. Глубинные геолого-структурные задачи. Инженерная геология и гидрогеология. Экологические исследования и мониторинг. Археология. Гляциология.

**Основные направления развития.** Совершенствования физико-математических основ. Разработка комплексных программ обработки и интерпретации полевых данных. Создание трехмерных многоэлектродных систем возбуждения и измерения поля в методах сопротивления. Повышение разрешающей способности электромагнитных зондирований на основе совместного использования индуктивных и поляризационных явлений. Развитие физических и методических основ сейсмо-электрических методов

**Рекомендованная литература:**

**а) основная литература:**

Якубовский Ю.В., Ренард И.В. Электроразведка. 3-е изд. М. Недра. 1990.

Матвеев Б.К. Электроразведка при поисках месторождений полезных ископаемых. М. Недра. 1982

Хмелевской В.К. Основной курс электроразведки. МГУ. 1984.

**б) дополнительная литература:**

Якубовский Ю.В., Ляхов Л.Л. Электроразведка 5-е изд. М. Недра. 1988.

* 1. **СЕЙСМОРАЗВЕДКА**

**1. Понятие о сейсмических методах разведки.** Существо сейсмических методов разведочной геофизики. История развития сейсморазведки и приоритеты отечественной науки. Место сейсморазведки в геологоразведочном процессе. Современное состояние и перспективы развития сейсморазведки.

**2. Сейсмические волны в безграничных однородных средах.** Волновое уравнение. Продольные и поперечные волны. Принцип суперпозиции. Сферические и плоские волны. Волны от источников различной направленности. Принцип взаимности. Интеграл Кирхгофа. Принципы Гюйгенса-Френеля и Ферма. Энергия волны. Геометрическая сейсмика и уравнение эйконала. Понятие о поглощающей среде. Коэффициент и декремент поглощения. Частотная дисперсия скорости.

**3. Сейсмические волны в неоднородных средах.** Среда с одной границей раздела. Отражение и прохождение плоских волн. Монотипные и обменные волны. Закон Снеллиуса. Зависимость коэффициентов отражения и прохождения от угла падения. Отражение и прохождение сферических волн. Головные (преломленные) волны. Закритические условия. Зона Френеля и эффективная отражающая площадка. Криволинейные и шероховатые отражающие границы. Дифракция. Поверхностная волна Релея. Волны в градиентной среде. Рефракция. Отраженные и преломленные волны в многослойных средах. Толстослоистые и тонкослоистые среды. Эффект экранирования. Квазианизотропия. Многократные волны. Отражение от тонкого слоя. Волна Лява и псевдорелеевские волны. Каналовые волны и волноводы. Волны в анизотропных средах.

**4. Геологические основы и методы сейсморазведки.** Скорости упругих волн в горных породах и определяющие их факторы. Связь скорости с фильтрационно-емкостными свойствами пород - коллекторов. Влияние слоистости и анизотропии. Отражающие и преломляющие границы. Средняя, пластовая, истинная скорости. Поглощение и рассеяние волн в реальных средах. Зона малых скоростей и верхняя часть разреза. Возбуждение сейсмических волн. Основные методы сейсморазведки: метод отраженных волн (МОВ), метод преломленных волн (МПВ). Модификации сейсморазведки. Метод общей средней (глубинной) точки (ОСТ- ОГТ). Полезные волны и помехи. Сейсмогеологические условия.

**5. Поля времен и годографы волн в двухслойных средах.** Поле времен и временные поля. Годографы, их виды и значение. Поверхностные и линейные годографы. Годографы ОТВ, ОТП, ОСТ (ОГТ), РД (РУ). Кажущаяся скорость. Поле времен и годограф прямой волны. Поле времен и годографы ОТВ монотипных и обменных отражениях и преломленных волн. Линейные и поверхностные годографы ОСТ (ОГТ). Годографы проходящих волн. Вертикальные годографы. Годографы отраженных и головных волн от криволинейных границ и в многослойной горизонтально-слоистой среде. Годографы ОТВ и ОCТ дифрагированных волн.

**6. Годографы волн в многослойных и градиентных средах.** Отраженные и головные волны в горизонтально-слоистых средах. Головные и дифрагированные волны в сложных средах. Поля времен и лучи в градиентных средах. Рефрагированные, отраженные и головные волны в градиентных средах.

**7. Структура и моделирование волновых полей.** Основные компоненты наблюдаемого сейсмического поля. Интенсивность и спектральный состав волн. Естественный динамический диапазон. Волновые зондирования. Регулярные, нерегулярные и случайные волны. Моделирование волновых полей - задачи и методы. Сейсмогеологические модели. Импульсные и синтетические сейсмограммы и временные разрезы. Математическая модель сейсмограммы.

**8. Полевая сейсморазведочная аппаратура.** Сейсмозаписывающий канал и требования к нему. Полный и мгновенный динамический диапазон записи. Частотный диапазон записи. Состав и характеристики сейсмозаписывающего канала. Способы цифровой записи и устройство цифрового канала. Многоканальная запись, мультиплексирование. Теория и устройство сейсмоприемников, их частотные характеристики и характеристики направленности. Типы сейсмоприемников и их выбор для полевых работ. Многокомпонентная запись колебаний. Усилительные устройства и фильтры - аналоговые и цифровые. Фильтры зеркальных частот. Устройства визуализации. Типы сейсмостанций, их основные характеристики. Телеметрические сейсмозаписывающие системы.

**9. Методика полевых сейсморазведочных работ.** Системы наблюдений в сейсморазведке - профильные и площадные. Выбор сети профилей. 2Д- и 3Д- сейсморазведка. Выбор расстояния между точками приема и возбуждения. Многократные перекрытия. Изображение систем наблюдения, обобщенная плоскость. Системы наблюдений в МОВ, МПВ и ВСП. Возбуждение сейсмических волн взрывными и невзрывными источниками - на суше и акватории. Накапливание воздействий. Выбор оптимальных условий возбуждения и приема. Особенности методики взрывной и вибрационной сейсморазведки на суше и морской сейсморазведки. Опытные работы.

**10. Технология, организация и экономика сейсморазведочных работ.** Технология полевых работ в сухопутной, морской и скважинной сейсморазведке.

Топографические, буровые и взрывные работы. Спутниковая навигация и позиционирование. Техника безопасности. Охрана окружающей среды. Проектирование и организация полевых работ. Сейсмическая экспедиция, партия, отряд. Экономическая эффективность сейсморазведки. Структура затрат в сейсморазведочном производстве и возможности их снижения. Кондиционная продукция сейсморазведки на различных стадиях геологоразведочного процесса. Этапы сейсморазведочных работ и их проектирование. Планирование и организация полевых работ в 2Д- и 3Д-сейсморазведке. Организация обработки и интерпретации сейсморазведочных данных. Отчетность.

**11. Основы обработки сейсморазведочных данных.** Обратная задача теории сейсморазведки и ее решение. Корректность решения. Граф и процедуры обработки. Алгоритмы. Стадии обработки и интерпретации. Многоэтапность и итеративность обработки. Интерактивная и пакетная обработка. Схема обработки по методу ОГТ. Средства обработки сейсмических данных - требования к ресурсам быстродействия, памяти, визуализации. Геофизические рабочие станции и компьютерные комплексы. Программное обеспечение - общее и специализированное.

**12. Введение поправок и корреляция волн.** Расчет и введение статических поправок. Коррекция статических поправок. Расчет и введение кинематических поправок. Растяжение колебаний и мьютинг. Коррекция кинематических поправок. Учет наклона отражающих границ. Общие принципы корреляции волн. Оси синфазности. Особенности корреляции разных типов сейсмических волн. Поляризационная корреляция. Составление годографов.

**13. Частотная фильтрация и регулировка амплитуд колебаний.** Амплитудная и временная разрешенность записи и задачи частотной фильтрации. Уравнение Колмогорова - Винера. Оптимальные фильтры - согласованные и обратные. .Регуляризация фильтров. Оценка формы импульса отраженной волны. Минимально - фазовый импульс. Применение частотной селекции к сейсмограммам и временным разрезам. Коррекция, регулировка и нормировка амплитуд колебаний. Обработка с сохранением относительных амплитуд.

**14. Пространственно - временная фильтрация колебаний.** Двумерный спектр волнового поля. Волновое число. Многоканальная фильтрация - ее разновидности и условия применения. Модель двумерного спектра и F-K фильтрация. Веерные и когерентные фильтры. Интерференционные системы - назначение, разновидности и характеристики направленности. Статистический эффект. Суммирование плоских волн. Метод РНП. Группирование сейсмоприемников и источников. Суммирование неплоских волн. Метод ОГТ (ОСТ) . Вычитание волн. Подавление кратных волн.

**15. Определение сейсмических скоростей.** Обработка данных сейсмического и акустического каротажа. Вертикальное сейсмическое профилирование. Понятие об эффективной скорости и скорости ОГТ. Определение скоростей по годографам и сейсмограммам МОВ. Вертикальные и горизонтальные спектры скоростей. Случайные и систематические погрешности и искажения при определении скоростей. Оценка пластовых и средних скоростей по данным МОВ. Выявление скоростной анизотропии. Определение граничных скоростей по данным МПВ. Обобщение и использование данных о скоростях.

**16. Сейсмические изображения геологических сред.** Сейсмические изображения по данным МОВ. Построения отражающих границ по годографам. Динамические временные разрезы. Сейсмический куб и горизонтальные срезы. Учет сейсмического сноса - миграция. Интегральные и дифференциальные методы миграции, их возможности и ограничения. Двумерная и трехмерная миграция. Миграция до и после суммирования. Сейсмические изображения по данным МПВ. Построение преломляющих границ по годографам. Учет рефракции. Динамические разрезы общей глубинной площадки.

**17. Интерпретация данных сейсморазведки.** Автоматизированные системы интерпретации данных сейсморазведки. Кинематическая интерпретация. Составление и анализ сейсмических разрезов. Корреляция и стратификация сейсмических горизонтов. Обнаружение и прослеживание разрывных нарушений. Выявление многократных отражений и боковых волн. Сейсмические карты и схемы. Разрешающая способность МОВ. Оценка точности сейсмических построений. Динамическая интерпретация. Использование разрезов и срезов динамических параметров и атрибутов (ЭКО, ПАК, АВО, МДП и др.). Оценка литологии и фильтрационно-емкостных свойств пластов. Выявление залежей углеводородов. Сейсмическая стратиграфия. Структурно-формационная интерпретация.

**18. Основные области применения сейсморазведки.** Геологические задачи и виды сейсморазведочных работ. Региональные, поисковые и детальные работы. Глубинное сейсмическое зондирование. Нефтегазовая сейсморазведка на этапах поисков, разведки и разработки месторождений. Сейсмический мониторинг на нефтегазовых промыслах. Угольная и рудная сейсморазведка. Инженерная, гидрогеологическая и геоэкологическая сейсморазведка. Комплексирование сейсморазведки с другими методами разведочной геофизики. Примеры применения сейсморазведки при решении типовых геологических задач в различных регионах. Перспективы расширения областей применения сейсмической разведки.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература**:

И.И.Гурвич, Г.Н.Боганик. Сейсмическая разведка. Учебник для ВУЗов. 3-е изд.

М. Недра. 1980.

Сейсморазведка. Справочник геофизика. Под редакцией В.П. Номоконова.

В двух томах . М. Недра. 1990.

**б) дополнительная литература**:

Л.А.Рябинкин. Теория упругих волн. Учебное пособие для ВУЗов. М.Недра.

1987.

М.Б.Рапопорт. Вычислительная техника в полевой геофизике.Учебник для

ВУЗов. 2-е изд. М. Недра. 1993.

Инструкция по сейсморазведке. М. Недра. 1986.

Р.Шерифф, Л.Гелдарт. Сейсморазведка. В двух томах. М. Мир. 1987.

* 1. **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН**

**1. Техника и технологии проведения ГИС. Классификация методов ГИС.** Скважина как объект исследования, условия проведения работ в ней. Общая функциональная схема измерения, преобразования, передачи и регистрации сигналов. Классификации методов ГИС и решаемые геологические, технологические и технические задачи. Основа интерпретации методов ГИС.

**2. Электрический и электромагнитный каротаж.** Методы кажущегося сопротивления (КС). Физические основы метода, применяемые модификации. Электрическое удельное сопротивление горных пород и его зависимость: от минерального состава, проводящих включений, водо-, нефте- и газонасыщенности, температуры, структурных и текстурных особенностей горных пород. Основные сведения о распределении электрического поля и определение электрического сопротивления в однородной и неоднородной средах в условиях скважины. Кажущееся сопротивление. Принцип взаимности.

Зонды. Зонды метода КС: типы зондов, их классификация, обозначения. Типичные диаграммы КС, измеренного потенциал и градиент-зондами.

Прямые задачи метода КС и методы их решения. Среда с плоско-параллельными границами раздела. Среда с коаксиально-циллиндрическими границами раздела.

Форма кривых КС: пласт неограниченной мощности, потенциал- и градиент-зонды; пласты ограниченной мощности, потенциал- и градиент-зонды.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ). Назначение, методика применения, обработка и примеры интерпретации полученных данных, область применения. Выбор оптимальных зондов для стандартной электрометрии скважин.

Боковой каротаж (БК).

Трехэлектродный, семиэлектродный и девятиэлектродный зонды БК: их назначение, принцип измерения, геометрический фактор и методика применения. Типичные диаграммы экранированных зондов.

Резистивиметрия: физические основы, резистивиметры, назначение, модификации. Микрокаротаж (МК): назначение, типы микрозондов, их калибровка, типичные диаграммы, область применения. Микробоковой каротаж (МБК): назначение, типы микроэкранированных зондов, типичные диаграммы, область применения.

Метод потенциалов собственной поляризации пород (СП). Назначение, методика применения, принцип измерения. Диффузионно-адсорбционные, окислительно-восстановительные и фильтрационные потенциалы. Статическая амплитуда СП, Диаграммы потенциалов СП против пластов с различной электрохимической активностью. Потенциалы СП в скважинах. Форма кривых СП и влияние на нее различных факторов. Сторонние потенциалы в скважине. Решаемые задачи и область использования метода.

Индукционный каротаж (ИК). Физические основы ИК, применяемые модификации, понятие о пространственном геометрическом факторе. Типы индукционных зондов. Типичные диаграммы ИК. Область применения.

Высокочастотный электромагнитный каротаж (ВЭМК). Физические основы, рабочии частоты, измеряемые параметры. Зонды. Разрешающая способность, глубинность исследования. Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ), область применения.

Каротаж магнитной восприимчивости (КМВ); зонды с усиление магнитного потока, с экранированием магнитного потока, соленоидальные зоны область применения.

Аппаратура для электрометрических исследований. Общий принцип построения аппаратуры. Электрические схемы измерений. Принцип частотно-амплитудной модуляции сигнала с его частотным разделением. Блок-схема и краткая характеристика геофизических станций. Технология проведения электрометрических исследований в скважинах.

**3. Радиометрические и ядерно-физические методы исследования скважин.**

Общая характеристика методов радиометрии скважин, преимущества и недостатки, их роль в комплексе геофизических исследований скважин. Радиоактивные свойства горных пород, характеристические излучения и параметры, измеряемые в скважинах.

Гамма-каротаж: физическая сущность метода, принцип измерения в скважине, область применения. Форма кривых. Качественная и количественная интерпретация диаграмм. Спектрометрический гамма-каротаж.

Гамма-гамма каротаж (ГГК). Физические основы метода, модификации - плотностной (ГГК-П) и селективный (ГГК-С) гамма-гамма каротаж. Формы кривых, влияние размера зонда на характер диаграмм. Область использования.

Нейтронный каротаж (НК). Основы теории нейтронных методов; нейтронные свойства пород и флюидов, взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтрон-нейтронные методы по тепловым и надтепловым нейтронам (ННК-Т, ННК-НТ). Их преимущества и недостатки, области применения.

Нейтронный гамма-каротаж (НГК). Физические основы метода. Влияние размера зонда, скважинных условий и условий измерения на регистрируемые величины. Форма кривых. Калибровка. Решаемые задачи. Спектрометрический НГК.

Нейтронные методы в импульсном варианте. Модификации, методика проведения исследований, решаемые задачи.

Метод наведенной активности и гамма-нейтронный методы. Физические основы методов, способы регистрации, решаемые задачи.

Аппаратура радиометрии скважин. Стационарные источники гамма-излучений и нейтронов. Генераторы ядерных излучений. Устройство скважинного радиометра. Типы индикаторов гамма - и нейтронных излучений: ионизационные и сцинтилляционные счетчики. Технология радиометрических исследований скважин.

**4. Акустический и ядерно-мегнитный каротаж.** Упругие свойства горных пород и параметры (интервальное время, амплитуды, коэффициент поглощения упругих волн), регистрируемые в скважинах.

Акустические каротаж (АК) - по скорости и по поглощению упругих волн. Физические основы методов. Типы волн и характер их распространения в скважине.

Принцип регистрации. Двух- и многоэлементные зонды. Конфигурация временных и амплитудных диаграмм. Фазокорреляционные диаграммы.

Аппаратура: датчики и приемники упругих колебаний, электрические схемы измерения, типы используемой аппаратуры. Задачи, решаемые АК. Методы акустического телевидения.

Ядерно-магнитный каротаж (ЯМК). Физические основы метода. Типы регистрации. Область применения.

**5. Геохимические методы исследования скважин.** Газовый каротаж. Физико-химические основы метода. Технология работ. Газокаротажные станции.

Люминисцентно-битумный метод. Область использования геохимических методов.

**6. Термометрия скважин.** Тепловые свойства горных пород. Характеристики теплового поля измеряемые в скважинах. Скважинные термометры. Технология работ. Область применения термометрии.

**7. Исследования технического состояния скважин**. Инклинометрия скважин. Принцип действия инклинометров, регистрируемые параметры. Обработка и изображение результатов измерения.

Кавернометрия. Типы каверномеров; изображение результатов измерений.

Расходометрия. Определение мест притоков, поглощения и затрубкой циркуляции жидкости.

Цементометрия. Термические, акустические и радиоактивные методы исследования цементного кольца.

**8. Геолого-технологические исследования. Каротаж в процессе бурения, исследования в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах**. Механический каротаж, каротаж энергоемкости. Приборы электоромагнитного и радиоактивного каротажа в процессе бурения. Автономные приборы. Особенности геофизических исследований в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах.

Определение наклона пластов. Пластовые наклонометры.

**9. Перфорация и отбор грунтов.** Прострелочные и взрывные работы в скважинах. Основные типы перфораторов.

Отбор образцов из стенок скважины. Основные типы грунтов. Отбор флюидов из стенок скважины. Пробоотборники.

Пластовые испытатели на трубах.

**10. Комплексирование методов ГИС при исследовании нефтяных и газовых скважин. Комплексная интерпретация результатов ГИС.**

Фильтрационно-емкостные свойства (пористости, флюидонасыщенность, глинистость, проницаемость) пластов коллекторов. Связь основных геофизических параметров с фильтрационно-емкостными свойствами. Обоснование и выбор петрофизических моделей. Выбор и обоснование рационального комплекса ГИС. Комплексная геологическая интерпретация данных ГИС: литологическое расчленение разреза, выделение коллекторов; определение характера насыщения и положения водо-нефтеного контакта (ВНК) определение фильтрационно-емкостных параметров. Подсчет запасов.

**11. Комплексные физические исследования угольных, рудных, гидрогеологических и инженерно-геологических скважин**. Выбор и обоснование комплексов ГИС. Выделение в разрезе полезных ископаемых (уголь, рудные интервалы, водонысыщенные горизонты). Комплексная интерпретация данных ГИС в различных геологических ситуациях. Количественная оценка содержания полезного компонента.

**12. Скважинная геофизика**. Геофизические методы при изучении околоскважинного и межскважинного пространства. Скважинная магниторазведка. Методы электрической корреляции. Радиоволновое и акустическое радиопросвечивание. Другие методы скважинной геофизики.

**Рекомендуемая литература:**

**а) Основная литература**:

1. Горбачев Ю. И. Геофизические исследования скважин. - М.: Недра, 1990.

2. Д.И.Дьяконов, Е.И.Леонтьев, Г.Д.Кузнецов. Общий курс геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1984.

3. Петров, В.Н.Широков, А.Н.Африкян. Практикум по общему курсу геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1987.

**б) Дополнительная литература:**

4. В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Д.А.Кожевников. Петрофизика. - М.: Недра, 1991.

5. М.Г.Латышова, Б.Ю.Вендельштейн, В.П.Тузов. Обработка и интерпретация материалов ГИС. - М.: Недра, 1990.

6. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы. - Учебное пособие. -М.: Недра, 1966.

7. Геофизические методы исследования скважин. Справочник геофизика, под ред. В.М. Запорожца, М., Недра, 1966.

8. Аппаратура и оборудование для исследований нефтяных и газовых скважин. Справочник, А.А. Молчанов и др., М., Недра, 1987.

* 1. **КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**Введение. Развитие учения о комплексировании. Роль геофизических методов в геологоразведочном процессе.** Программа курса. Литература. Этапы развития. Приоритеты отечественной школы разведочной геофизики. Вклад российских ученых в развитие комплексирования. Основные направления применения геофизических методов. Научно-технический прогресс в разведочной геофизике. Роль геофизических методов.

**Методология комплексирования. Системный подход в разведочной геофизике**. Понятие системность исследований, системный подход. Обоснование и предпосылки системного подхода. Методологические принципы системного подхода. Факторы системного подхода: целостность, сложность, организованность. Элементы, структура, системообразующие связи в системах разного рода. Два направления реализации системного подхода – физико-геологическое моделирование и формирование систем геофизических работ. Внешнее и внутреннее комплексирование. Преимущества комплексного использования методов.

**Предпосылки и принципы комплексирования геофизических методов**. Достоинства и ограничения геофизических методов. Пути преодоления ограничений. Составные части и этапы комплексирования. Содержание понятий – комплексное применение геофизических методов, типовой и рациональный геофизические комплексы. Предпосылки комплексирования геофизических, геохимических и геологических видов работ. Факторы определяющие выбор комплекса методов. Типы помех, учитываемых при проведении геофизических работ.

**Физико-геологическое моделирование объектов изучения.**

Виды моделирования. Назначение. Понятие моделирование и физико-геологическая модель объекта. Составные части физико-геологической модели: геологические, петрофизические модели и модели геофизических полей. Требования к ФГМ. Классификация ФГМ рудных объектов: типы ФГМ, классы объектов, стадии их изучения, геологические и геофизические характеристики. Иерархический ряд ФГМ нефтегазовых объектов. Детерминированные, статистические и стохастические ФГМ. Планирование комплексных геофизических исследований на основе моделирования. Сети и точности наблюдений.

**Геолого-экономическая эффективность геофизических исследований.** Геологическая, экономическая, геолого-экономическая эффективность геофизического комплекса. Количественные оценки эффективности на основе теории статических решений, теории информации, теории игр и функций потерь. Сужение пределов неоднозначности по количественному определению параметров геологических объектов комплексом методов.

**Системы и подсистемы геофизических работ. Типовые и рациональные комплексы.** Типы систем – стадийные, отраслевые, технологические и методные. Связь системности и стадийностии. Обобщенная система геофизических работ. Содержание систем и подсистем геофизических работ. Основные их свойства. Уровни комплексирования: подсистема, типовой и рациональный комплекс. Формирование комплексов на основе физико-геологических моделей. Учет геолого-экономических условий при формировании комплексов. Районирование территорий по условиям применения геофизических методов. Геоэкологическая и экономическая эффективность комплексирования.

**Комплексная интерпретация геофизических материалов.** Понятия и принципы комплексной интерпретации. Содержание принципов системности, целостности, полноцикличности, модельности, оптимальности, направленности, этапности, преемственности и непрерывности. Этапы комплексной интерпретации – исходный уровень, методный и комплексный анализ методных данных, использование совокупных параметров, зависимостей, связей, распознавания образов. Роль моделирования при комплексной интерпретации. Автоматизированные системы комплексной интерпретации. Структурный анализ данных геофизического комплекса на основе факторного и дисперсного анализа. Выделение комплексных геофизических аномалий на основе многомерных статистик и следа матрицы. Количественные методы комплексной интерпретации.

**Изучение глубинного строения земной коры и геокартирование**. Геолого-геофизические исследования масштаба 1:1000000 – 1:500000. Задачи. Сочетание спутниковых, аэрогеофизических, наземных и скважинных методов исследований. Элементы методики. Методика анализа геофизических данных. Подготовка геолого-структурной основы прогнозных карт. Геотектоническое районирование. Среднемасштабное геокартирование (1:200000): подсистема, типовые комплексы для разных геологических и геоморфологических условий, элементы методики. Крупномасштабное геокартирование (1:50000):опережающая и сопровождающая геофизика, подсистема, типовые и рациональные комплексы. Сопутствующие геологические и геохимические работы. Методика работ. Глубинное и объемное картирование. Информативность геофизических полей.

**Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений черных металлов.** Задачи и комплексы методов на месторождениях железных руд, хромитов и марганцевых руд. Особенности применения методов на месторождениях различных генетических типов. Геологические и геофизические предпосылки применения методов. Роль региональных геофизических работ. Крупномасштабные и детальные поиски. Разведка месторождений.

**Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений цветных и легирующих металлов, рудных россыпей.** Задачи, геологические и геофизические предпосылки, комплексы методов на месторождениях медистых песчаников, медно-порфировых и медно-колчеданных руд, свинца и цинка, алюминия. Элементы методики. Изменения состава комплексов в различных геолого-геоморфологических условиях. Комплексы методов на медно-никелевых месторождениях и на месторождениях силикатного никеля, рудно-кварцевых, штоквертовых и сульфидных месторождениях молибдена и вольфрама, золота, на рудных россыпях. Элементы методики. Материалы и информация. Примеры.

**Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений неметаллических полезных ископаемых**. Задачи. Геологические и геофизические предпосылки. Комплексы методов на месторождениях алмазов, корунда, слюды, пьезооптического и агрономического сырья – апатитов, фосфоритов. Особенности региональных работ, поисков и разведки месторождений. Элементы методики. Материалы и информация. Примеры.

**Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке нефти и газа, угля, горючих сланцев. Задачи**. Геологические и геофизические предпосылки. Комплексы методов при поисках нефтегазоперспективных аниклинальных структур и структур неантиклинального типа. Прямые поиски залежей нефти и газа. Геофизические исследования при региональных работах и прогнозе нефтегазоносности. Особенности освоения угольных месторождений. Комплексы методов при поисках месторождений угля. Изучение тектонических условий шахтных угольных полей. Применение методов ГИС в угольных скважинах. Методика. Информация. Примеры.

**Комплексирование геофизических методов при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях.** Задачи. Гидрогеологическое районирование. Методы и их комплексы при съемках, поисках и разведке месторождений подземных вод. Особенности поисков термальных вод. Геофизические методы при изучении инженерно-геологических условий. Изучение оползневых структур, карстов. Методы исследований археологических объектов.

**Рекомендованная литература:**

**а) основная литература:**

1. Бродовой В.В. Комплексирование геофизических методов. Учебник. Москва. «Недра». 1991 г.
2. Тархов А.Г., Бондаренко В.М., Никитин А.А. Комплексирование геофизических методов. Учебник. Москва. «Недра». 1977 г.
3. Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач. Монография. Под редакцией Никитского В.Е. и Бродового В.В. Москва. «Недра» 1987 г.

**б) дополнительная литература:**

1. Комплексирование методов разведочной геофизики. Справочник геофизика (под редакцией В.В. Бродового и Никитина А.А.). Москва «Недра» 1984 г.
2. Бродовой В.В. Геофизические исследования в рудных провинциях. Монография. Москва «Недра» 1984 г.
3. Скважинная и шахтная рудная геофизика. Справочник геофизика (под редакцией Бродового В.В.). Москва «Недра» 1989 г.
4. Геофизические методы разведки рудных месторождений Бродовой В.В., Борцов В.Д., Подгорная Л.Е. и др. Москва «Недра» 1990 г.
5. Бродовой В.В. Лабораторный практикум по курсу «Комплексирование геофизических методов». Учебное пособие. Москва МГГА 1994 г.
6. Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю. Моделирование в разведочной геофизике. Москва «Недра» 1987 г.
7. Вахромеев Г.С. Основы методологии комплексирования геофизических методов при поисках рудных месторождений. Москва «Недра» 1978 г.
8. Бродовой В.В., Бродовой А.В. Аэрогеофизические исследования – опыт и перспективы. Москва ЕАГО Геофизика №5 1997 г.
9. Бродовой В.В. Приоритеты и проблемы отечественной разведочной геофизики. Москва ЕАГО Геофизика №4 1997 г.
10. Бродовой В.В. Стадийность и масштабность геофизических исследований в геологоразведочном процессе. Изв. вузов. Геология и разведка №1, 1998 г.
11. Бродовой В.В. Иерархический ряд физико-геологических моделей нефтегазовых объектов в свете системного подхода.
    1. **ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**1. Развитие науки о поисках и разведке скоплений нефти и газа.** Цель, задача и значение дисциплины, связь с другими дисциплинам. Современное состояние и тенденция развития поисково-разведочных работ.

Методологические аспекты теории прогнозирования нефтегазоносности недр. Системный подход в прогнозировании, нефтегазогеологическое районирование. Стадийность поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Методы, применяемые при поисках и разведке нефти и газа: геологические, геофизические и геохимические методы, их цель, задачи, масштабы и область применения; комплексирование этих методов. Гидрогеологические, гидродинамические, гидротермические, дистанционные методы. Буровые работы - цель, задачи, номенклатура скважин.

**2. Этапы и стадии поисково-разведочного процесса на нефть и газ. Региональный этап.** Роль сейсмических (ГСЗ, ОГТ и др.) и несейсмических (грави-, магнито- и электроразведка) методов на региональном этапе. Возможности изучения земной коры, внутреннего строения и рельефа фундамента, мощности и основных особенностей строения осадочного чехла.

Стадия прогноза нефтегазоносности и оценки зон нефтегазонакопления. Роль сейсмостратиграфии на стадии выявления объектов структурного и неструктурного классов. Типовой комплекс работ на этой стадии и геолого-геофизическая документация. Моделирование региональных поисковых объектов. Методы количественного подсчёта прогнозных ресурсов УВ. Нефтегазогеологическое районирование

**Поисковый этап.** Подстадия выявления объекта-ловушки. Роль сейсмического и других геофизических методов для выявления локальных объектов структурного класса. Построение структурных карт, оценка надежности выделения структур, определение нарушений по геофизическим данным. Роль аномалий типа залежи (АТЗ). Подстадия подготовки объектов-ловушек: цели, задачи и методики проектирования типового комплекс работ. Прогнозирование геологического разреза (ПГР) геофизических методами. Связь физических характеристик горных пород с кинематическими и динамическими параметрами волнового поля. Геологическое истолкование мгновенных сейсмических параметров. Геологическое моделирование локальных объектов. Оценка перспективных ресурсов УВ в выявленных объектах, выбор объектов для первоочередного опоискования.

Прогноз залежей УВ по данным полевых геофизических методов ("прямые поиски"). Поинтервальный динамический анализ в сейсморазведке, как индикатор УВ. Анализ сейсмических амплитуд -"яркие" и "тусклые" пятна, возможность обнаружения дифракции от края залежи. Анализ амплитуд в зависимости от удаления (AVO) и многоволновая сейсморазведка для определения углеводородонасыщения. Использование параметра поглощения для прогнозирования залежей.

Экономическая эффективность геолого-геофизических работ на поисковой стадии. Запасы категории N2 и условия их обоснования. Методика проектирования поисковых скважин для ловушек различного типа. Лабораторные исследования шлама, керна и флюидов.

**Разведочный этап.** Стадия оценки залежей нефти и газа, цель и задачи стадии. Методика проектирования разведочных работ на различных моделях залежей. 3D-сейсморазведка и ее роль для составления модели залежи на основе непрерывной интерполяции и экстраполяции скважинных геологических данных.

Интегрированные геолого-геофизические автоматизированные системы совместной интерпретации данных 3D-сейсморазведки, бурения и ГИС. Исследование качества и трещиноватости коллекторов межскважинным сейсмическим просвечиванием.

Системы размещения разведочных скважин, этажи разведки. Запасы категории C1 и условия их обоснования.

**Детальная (промышленная) разведка** - основа полготовки к разработке месторождений. Геолого-экономическая оценка разведочных работ и пути повышения их эффективности.

Особенности поисков и разведки месторождений нефти и газа в сложнопостроенных ловушках неструктурного, литологического, стратиграфического и рифогенного классов. Поиски и разведка газовых и газоконденсатных залежей. Особенности проведения геолого-геофизических работ на акваториях.

Охрана недр и окружающей среды при геолого-геофизических работах на нефть и газ. Научно-технические проблемы и перспективы развития поисково-разведочных работ на нефть и газ.

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Авербух А.Г. Изучение состава и свойств горных пород при сейсморазведке. -М„ Недра, 1982, 230 с.

2. Бакиров А.А., Бакиров Э.А., Мелик-Пашаев B.C., Мстиславская Л.П., Керимов В.Ю., Юдин Г.Т. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа. Учебник, Высшая школа, 1987, 384 с.

1. Интерпретация данных сейсморазведки. Под редакцией О. А. Потапова . -М„ Недра, 1990, 447 с.
2. Птецов С.Н. Анализ волновых полей для прогнозирования геологического разреза. -1„ Недра, 1989, 135 с.
   1. **ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ**

**1.Трехмерная сейсморазведка в нефтегазовом комплексе**. Технические достижения в нефтегазовой прмышленности и мировые тенденции развития геолого-геофизических исследований, обусловившие необходимость применения 3D-сейсморазведки.

Родь трехмерной сейсморазведки на различных этапах геологоразведочного процесса, а также при разработке месторождений нефти и газа. Сравнение возможностей 3D- и 2D-сейсморазведки.

Геолого-геофизические и экономические достоинства трехмерной сейсморазведки. Повышение эффективности поисковых и разведочных работ для снижения объемов глубокого бурения.

**2. Системы наблюдений в трехмерной сейсморазведке.** Элементы площадных систем. Системы типа "широкий профиль" и "слалом-профиль". Системы ортогонального расположения профилей возбуждения и наблюдения и их разновидности. Системы шахматного (кнопочного) расположения площадок наблюдений при профильном расположении источников. Системы контурных (кольцевых и других замкнутых) профилей расположены источников и приемников. Объемные системы наблюдений. Околоскважинное и межскважинное просвечивание. Расчет параметров систем наблюдения.

**3.Многомерные волновые и временные поля.** Волновое уравнение и его спектральные аналоги. Модели аппроксимации реальных сред и волновых потей, используемые в трехмерной сейсморазведке. Обобщенное временное поле. Уравнения обобщенного временного поля отраженной волны при произвольном пространственном расположении источников и приемников в случае эффективно-однородной модели и плоской отражающей границы. Временные поля общей глубинной точки (ОГТ). общей точки взрыва (ОТВ). Общей точки приема (ОТП).

Многомерные временные поля отраженной волны в случае криволинейной границы и эффективно-однородной покрывающей среды. Временные поля проходящих и преломленных волн.

**4. Определение скоростей в трехмерной сейсморазведке.** Регулируемый направленный анализ волновых полей с целью определения эффективных параметров.

Расчет эффективных параметров на основе решения трехмерных кинематических задач по многомерным временным полям. Расчет пластовых параметров среды по совокупности временных полей Изучение пространственной анизотропии эффективных и пластовых скоростей.

**5. Трехмерная миграция и формирование объёмных изображений.** Определение и ввод кинематических и статических поправок. Формирование вертикальных разрезов и горизонтальных срезов в масштабе нормального времени отражения.

Формирование объемных изображений в масштабе нормального времени.

Способы трехмерной миграции объемных изображений в масштабе нормального времени и их разрезов.

Способы трехмерной миграции исходных сейсмозаписей.

**6. Использование данных трехмерной сейсморазведки.** Способы определения коэффициента отражения по данным ЗD-сейсморазведки. Определение акустических параметров среды и коэффициента Пуассона по материалам площадных систем наблюдений. Определение параметров поглощения.

Совместная интерпретация трехмерной сейсморазведки в комплексе с тугими геофизическими и геологическими данными. Способы контроля за разработкой месторождений при помощи трехмерной сейсморазведки.

**ЛИТЕРАТУРА :**

1. Сейсморазведка: Справочник геофизика. Кя.1 и 2, -М.: Недра. 1990,
2. Пузырев Н.Н.. Временные поля отраженных волн и метод эффективных параметров. - М.; Наука. 1979. 288 с.
3. Урупов А.К., Левин АЛ. Определение и интерпретация скоростей в методе отраженных волн. - М.: Недра. 1985, 290 с.
4. Жданов М.С., Матусевич В.Ю., Френкель М.А. Сейсмическая и электромагнитная миграция. - М.: Наука, 1988. 376 с.
   1. **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ**

**1. Сейсмические модели геологических сред.** Типы сейсмических моделей. Эффективные, интерпретационные и сейсмические модели. Изотропные и

анизотропные модели. Толстослоистые и тонкослоистые модели.

Упругие параметры толстослоистых изотропных и анизотропных сред. Геологические факторы,

определяющие закономерности пространственного распределения упругих параметров. Эффективная,

средняя и интервальная скорость. Коэффициенты анизотропии.

Параметры моделей, характеризующие интенсивность волн и их затухание. Геометрическое расхождение волн.

Показатель степени расхождения. Отражающие свойства геологических границ и тонких слоев. Коэффициенты

отражения и преломления и их частотные характеристики. Частотно-зависимое поглощение. Коэффициент и

декремент поглощения. Частотная характеристика поглощения.

**2.Кинематические задачи сейсморазведки**.

**Лучевая теория** распространения волн и прямые задачи кинематики. Основы теории волновых

фронтов. Обобщенные временные поля и годографы отраженных волн для систем многократных перекрытий.

Прямые задачи кинематики отраженных волн для неоднородного слоя на другом полупространстве. Кинематика

отраженных волн в слоистых и непрерывных средах.

**Эффективные параметры** отраженных волн и сейсмических моделей геологических сред.

Дифференциальные локальные и эффективные параметры. Связь эффективных параметров с упругими и

геометрическими характеристиками среды. Геометрическое расхождение и дифференциальные эффективные

параметры. Предельная эффективная скорость и се связь с распределением скорости в среде.

**Обратные задачи кинематики**. Определение эффективных параметров по обобщенному временному

полю и частным временным полям. Ослабление искажений посредством комбинированной обработки данных

многократных наблюдений. Оценка точности определения эффективных параметров. Интерпретация

эффективных параметров и построение толстослоистой сейсмической модели геологической среды.

Решение обратной задачи по способу центровых лучей. Решение пространственной обратной задачи кинематики

по взаимным точкам.

**3.Динамические задачи сейсморазведки**.

**Динамические задачи прямого и обращенного продолжения** волновых полей с целью восстановления

изображений среды.

Уравнение упругости и волновое уравнение и способы их решения. Прямое продолжение волнового поля при

отсутствии и наличии источников в среде. Формула Кирхгофа-Зоммерфельда. Интегральное преобразование

Кирхгофа. Способы прямого продолжения водного поля. Обращенное продолжение волнового поля с целью

восстановления изображения среды. Способы миграции волнового поля, основанные на преобразовании

Кирхгофа. Способ быстрого преобразования Кирхгофа. Конечно-разностный способ решения волнового

уравнения и его модификаций; алгоритмы миграции, основанные на решении волнового уравнения в частотной

области. Особенности восстановления изображений по волновому полю центровых лучей, сопряженное

преобразование сейсмозаписей многократных наблюдений в изображении среды. Восстановление изображений

среды методом РНП. Алгоритмы цифрового метода РНП. Изучение скоростей в методе РНП.

**Прямые и обратные динамические задачи сейсморазведки** тонкослоистых упругих сред.

Способы синтезирования волновых полей для тонкослоистых сред. Учет геометрического расхождения и

поглощения. Способы решения обратной динамической задачи для тонкослоистых сред. Определение

коэффициентов поглощения. Псевдоакустический каротаж. Решение обратной динамической задачи по

комплексным частотным спектрам области отражения. Интерпретация тонкослоистых горизонтов на основе

комбинирования комплексных спектров.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Сейсморазведка: Справочник геофизика. Кн.1 и 2. -М: Недра. 1990.
2. Пузырев Н.Н. Временные поля отраженных волн и метод эффективных параметров : М: Наука. 1979. 3.  
   Петрашень Г.И. Нахамкин С. А. Продолжение волновых полей в задачах.

сейсморазведки: М.Наука. 1973. - 4. Тимошин Ю.В. Импульсная сейсмическая голография: М.: Недра. 1978.

1. Урупов А.К. Левин А.Н. Определение и интерпретация скоростей в методе отраженных волн.М.:Нсдра,1985.
2. **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН**

**3.1. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН**

**1. Современный комплекс геофизических и геохимических исследований**

**скважин и прострелочно-взрывных работ.** Краткий обзор и классификация методов ГИС. Круг задач, решаемый методами ГИС при поисковом, разведочном и эксплуатационном бурении. Объект исследований: скважина как источник информации о геологическом строении и петрофизических характеристиках горных пород; виды бурения скважин, роль промывочной жидкости, понятие о фильтрации промывочной жидкости в породе и ее влиянии на величину истинных геофизических параметров.

Принцип телеметрии скважин как способ измерения и передачи геофизической информации, глубинная и наземная измерительная аппаратура.

**2. Электрические методы исследований скважин.** Метод кажущегося сопротивления (КС). Физические основы метода, применяемые модификации. Электрическое удельное сопротивление горных пород и его зависимость: от минерального состава, проводящих включений, водо-, нефте- и газонасыщенности, температуры, структурных и текстурных особенностей горных пород. Принцип его измерения в скважинах. Основные сведения о распределении электрического поля и определение электрического сопротивления в однородной и неоднородной средах в условиях скважины. Кажущееся сопротивление. Принцип взаимности.

Зонды. Зонды метода КС (способ обычных зондов): типы зондов, их классификация, обозначения. Типичные диаграммы КС, измеренного потенциал и градиент-зондами.

Характер распределения электрического поля в неоднородной среде. Среда с плоско-параллельными границами раздела: общий случай решения задачи методом зеркальных изображений Томсона.

Характер распределения электрического поля в неоднородной среде. Среда с коаксиально-циллиндрическими границами раздела: общий случай решения задачи.

Форма кривых КС: пласт неограниченной мощности, потенциал- и градиент-зонды; пласты ограниченной мощности, потенциал- и градиент-зонды.

Боковое электрическое зондирование (БЭЗ). Назначение, методика применения, обработка и примеры интерпретации полученных данных, область применения. Выбор оптимальных зондов для стандартной электрометрии скважин.

Метод сопротивления экранированного заземления (СЭЗ-БК). Одноэлектродный способ сопротивления заземления, способ экранированных зондов. Трехэлектродный, семиэлектродный и девятиэлектродный экранированные зонды: их назначение, принцип измерения, геометрический фактор и методика применения. Типичные диаграммы экранированных зондов. Типы аппаратуры.

Индукционный метод (ИМ). Физические основы ИМ, применяемые модификации, понятие о пространственном геометрическом факторе. Типы индукционных зондов. Типичные диаграммы ИМ. Аппаратура ИМ. Область применения.

Метод малых зондов. Резистивиметрия: физические основы, назначение, модификации. Наземные и скважинные резистивиметры, их калибровка, область применения. Микрозондирование (МЗ): назначение, типы микрозондов, их калибровка, типичные диаграммы, область применения. Микроэкранированные зонды (МБК): назначение, типы микроэкранированных зондов, типичные диаграммы, область применения.

Метод потенциалов собственной поляризации пород (СП). Назначение, методика применения, принцип измерения. Диффузионно-адсорбционные, окислительно-восстановительные и фильтрационные потенциалы. Статическая амплитуда СП, Диаграммы потенциалов СП против пластов с различной электрохимической активностью. Потенциалы СП в скважинах. Форма кривых СП и влияние на нее различных факторов. Сторонние потенциалы в скважине. Решаемые задачи и область использования метода.

Аппаратура для электрометрических исследований. Общий принцип построения аппаратуры для проведения ГИС. Электрические схемы измерений. Принцип частотно-амплитудной модуляции сигнала с его частотным разделением. Блок-схема и краткая характеристика геофизических станций. Технология проведения электрометрических исследований в скважинах.

Диэлектрический метод. Физические основы, принцип измерений, модификации, типы кривых, область применения.

Ядерно-магнитный метод (ЯМК). Физические основы, принцип измерений, типы кривых, аппаратура, решаемые задачи, область применения.

**3. Радиоактивные методы исследования скважин.** Общая характеристика методов радиометрии скважин, преимущества и недостатки, их роль в комплексе геофизических исследований бурящихся и действующих скважин. Радиоактивные свойства горных пород, характеристические излучения и параметры, измеряемые в скважинах.

Гамма-методы (ГМ). Физические основы применения гамма-методов. Основные процессы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Единицы измерения радиоактивности.

Гамма-метод: физическая сущность метода, принцип измерения в скважине, область применения. Учет влияния на регистрируемую интенсивность окружающей Среды и конструкции скважины. Форма кривых. Качественная и количественная интерпретация диаграмм. Спектрометрический гамма-метод.

Метод рассеянного гамма-излучения (ГГМ). Физические основы метода, модификации - плотностной и селективный. Формы кривых, влияние размера зонда на характер диаграмм ГГМ. Область использования.

Метод изотопов: физическая сущность метода, назначение, возможности и ограничения.

Нейтронные методы исследования скважин. Основы теории нейтронных методов нейтронные свойства пород и флюидов, взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтрон-нейтронные методы по тепловым и надтепловым нейтронам (НН-Т, НН-НТ). Их преимущества и недостатки, области применения.

Нейтронный гамма-метод (НГМ). Физические основы метода. Влияние размера зонда, скважинных условий и условий измерения на регистрируемые величины. Форма кривых. Калибровка. Решаемые задачи. Спектрометрический НГМ.

Нейтронные методы в импульсном варианте. Модификации, методика проведения исследований, решаемые задачи.

Метод наведенной активности и гамма-нейтронный методы. Физические основы методов, способы регистрации, решаемые задачи.

Аппаратура радиометрии скважин. Стационарные источники гамма-излучений и нейтронов. Генераторы ядерных излучений. Устройство скважинного радиометра. Типы индикаторов гамма - и нейтронных излучений : ионизационные и сцинтилляционные счетчики. Двухканальная и многоканальная аппаратура радиометрии скважин: блок-схема, принцип действия. Технология радиометрических исследований скважин: выбор скорости регистрации, учет влияния инерционности аппаратуры.

**4.Термометрия скважин.** Тепловые свойства горных пород и параметры, измеряемые в скважинах. Методы естественного и искусственного тепловых полей термометрии скважин: физические основы, применяемые модификации, типичные геотермограммы. Типы скважинных термометров. Методика проведения исследований и область использования термометрии скважин.

**5. Акустические методы исследования скважин (АМ).** Упругие свойства горных пород и параметры (интервальное время, амплитуды, коэффициент поглощения упругих волн), регистрируемые в скважинах.

Акустические методы исследования - по скорости и по поглощению упругих волн. Физические основы методов. Типы волн и характер их распространения в скважине.

Принцип регистрации. Двух- и многоэлементные зонды. Конфигурация временных и амплитудных диаграмм. Фазокорреляционные диаграммы.

Аппаратура: датчики и приемники упругих колебаний, электрические схемы измерения, типы используемой аппаратуры. Задачи, решаемые АМ. Сейсмометрия скважин. Методы акустического телевидения.

**6. Геохимические методы изучения разрезов скважин.** Газометрия скважин: физико-химические основы метода, применяемые модификации. Технологическая схема проведения исследований. Обработка и представление результатов. Хромотография. Автоматические газокаротажные станции. Область использования метода.

Люминисцентно-битумный метод: физико-химические основы метода, область применения.

**7. Геолого-технологические исследования в процессе бурения скважин.** Методы получения геолого-геофизической и технологической информации в процессе бурения: детальный механический метод, метод энергоемкости, методы изучения характеристик гидравлической системы и т.п. Физические основы методов. Типы станций геолого-технологического контроля. Пластовая наклонометрия.

**8. Исследование технического состояния скважин.** Инклинометрия скважин, кавернометрия и профилеметрия скважин:

решаемые задачи, регистрируемые параметры, типы инклинометров, принцип их действия, изображение и использование результатов.

Цементометрия скважин: применение термических, радиоактивных и акустических методов исследований цементного кольца в затрубном пространстве. Цементомеры, их принцип действия, устройство. Представление и использование данных цементометрии.

Притокометрия скважин. Применение геофизических методов для определения мест притоков, поглощений и затрубной циркуляции жидкости в скважинах.

Контроль за техническим состоянием технических колонн в скважинах.

**9. Геофизические методы исследования при закачке, испытании и опробовании скважин.** Прострелочные и взрывные работы в скважинах. Перфорация. Основные типы перфораторов, принцип их действия, устройство, применение. Торпедирование: типы торпед, устройство, применение.

Отбор образцов пород из стенок скважины: типы боковых грунтоносов, принцип действия, устройство, применение. Отбор образцов флюидов из стенок скважины: типы пробоотборников, принцип действия, устройство, применение.

Пластовые испытатели на трубах - конструкция и их использование для повышения эффективности выделения пород - колллекторов.

**10. Комплексная интерпретация результатов ГИС.** Литологическое расчленение разреза скважин, выделение коллекторов, оценка характера их насыщения, определение эффективной мощности: пористости и нефтегазонасыщенности.

**11. Контроль разработки залежей нефти и газа методами ГИС.** Задачи контроля: определение начального и текущего положения ВНК, ГВК, профилей притока. Использование методов РК для контроля за продвижением контактов. Временные измерения. Возможности контроля продвижения пресных вод при закачке. Наблюдение за температурным режимом залежи.

Дебитометрия и расходометрия скважин.

Типы дебитомеров, их сравнительные характеристики. Исследование динамики отбора и поглощения жидкостей в эксплуатационных и нагнетательных скважинах. Методы определения состава флюидов в стволе скважин: влагометрия, плотнометрия, резистивиметрия.

**12. Организация промыслово-геофизических работ.**Перечень и функции основных подразделений, типовые составы отрядов и партий и т.д. Структура геофизической службы.

**Заключение.**

**Рекомендуемая литература:**

**а) Основная литература:**

1. Д.И.Дьяконов, Е.И.Леонтьев, Г.Д.Кузнецов. Общий курс геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1984.

2. Петров, В.Н.Широков, А.Н.Африкян. Практикум по общему курсу геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1987.

3. Горбачев. Геофизические исследования скважин. - М.: Недра, 1990.

**б) Дополнительная литература:**

4. В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Д.А.Кожевников. Петрофизика. - М.: Недра, 1991.

5. В.Н.Дахнов. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. - М.: Недра, 1982.

6. М.Г.Латышова, Б.Ю.Вендельштейн, В.П.Тузов. Обработка и интерпретация материалов ГИС. - М.: Недра, 1990.

7. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы. - Учебное пособие. -М.: Недра, 1966.

8. Каротажник. Научно-технический вестник. - Тверь, 1996 г. по настоящее время.

**3.2. РАЗВЕДОЧНАЯ ГЕОФИЗИКА**

**1.** **Введение.** Содержание курса, его связь со смежными дисциплинами. Общий обзор и классификация методов разведочной геофизики. Краткий очерк развития разведочной геофизики. Экономическая эффективность геофизических исследований для поисков и разведки нефтегазовых месторождений. Прямая и обратная задачи геофизики.

**2.** **Гравиразведка.** Сила тяжести и ее составляющие. Потенциал силы тяжести. Уровенная поверхность, геоид, нормальные значения силы тяжести. Редукция и аномалии силы тяжести, поправки за высоту и промежуточный слой. Вторые производные потенциала силы тяжести. Гравиметрическая модель геологического разреза.

Определение силы тяжести гравиметрами. Наземные, морские и аэрогравиметрические съемки. Обработка результатов съемок.

Вычисление гравитационных эффектов (прямая задача) от тел правильной формы. Гравитационный эффект от тел сложного сечения. Разделение (транс-формации) гравитационных аномалий: аналитическое продолжение на другие уров-ни, осреднение поля, использование высших производных. Решение обратной задачи для тел правильной формы, неоднозначность решения обратной задачи. Компьютерная обработка и интерпретация данных гравиразведки. Применение гравиразведки для решения региональных, поисковых и разведочных задач.

**3.** **Магниторазведка.** Силы магнитного взаимодействия. Напряженность поля, магнитный момент, магнитный потенциал. Магнитное поле Земли. Структура постоянного геомагнитного поля, нормальное поле. Магнитные аномалии. Магнитометрическая модель геологического разреза.

Оптико-механический и протонный магнитометры, аэромагнитометр. Наземные, аэро- и морские магнитные съемки. Обработка результатов магнитных съемок.

Связь магнитного и гравитационного потенциалов. Решение прямой задачи для намагниченных тел правильной формы. Трансформации магнитных аномалий. Решение обратной задачи для тел правильной формы, неоднозначность решения обратной задачи. Компьютерная обработка и интерпретация данных магниторазведки. Применение магниторазведки для решения региональных, поисковых и разведочных задач. Совместная интерпретация гравитационных и магнитных аномалий.

**4.** **Электроразведка.** Классификация методов электроразведки. Поле постоянного электрического тока, распределение плотности тока с глубиной. Измерения 4-х электродной установкой. Кажущееся сопротивление. Геоэлектрический разрез, суммарная продольная проводимость, суммарное поперечное сопротивление. Переменное гармоническое электромагнитное поле, входной импеданс среды, глубина проникновения электромагнитной волны.

Методы постоянного тока – вертикальное электрозондирование (ВЭЗ), дипольное электрозондирование (ДЭЗ), электропрофилирование (ЭП). Методы переменного тока – частотное зондирование (ЧЗ), зондирование становлением поля (ЗС), магнитотеллурическое зондирование (МТЗ) и профилирование (МТП) и метод теллурических токов (МТТ). Аппаратура и оборудование различных методов электроразведки.

Качественная и количественная интерпретация данных ВЭЗ, эквивалентность кривых ВЭЗ, неоднозначность интерпретации. Интерпретация ЭП. Построение геоэлектрических разрезов и структурных карт по опорным геоэлектрическим горизонтам. Понятие об интерпретации и геологических возможностях ЧЗ, СП, МТЗ, МТП и МТТ. Компьютерная обработка и интерпретация данных электроразведки. Применение электроразведки для решения региональных, поисковых и разведочных задач.

**5.** **Сейсморазведка.** Продольные и поперечные сейсмические волны, скорости их распространения. Поверхностные волны. Форма колебаний сейсмических волн. Геометрическое расхождение и поглощение. Частотный состав сейсмических волн. Основы геометрической сейсмики: поле времен, фронты, изохроны и лучи сейсмической волны. Принципы Гюйгенса-Френеля и Ферма. Отражение и прохождение сейсми-ческих волн, монотипные и обменные волны, коэффициенты отражения и прохождения. Средняя скорость в горизонтально слоистой среде. Многократные сейсмические волны. Образование головной (преломленной) волны. Дифракция сейсмической волны. Полезные волны и помехи. Классификация методов сейсморазведки.

Прямая и отраженная волны в слоисто-однородной среде, сейсмограммы общей точки возбуждения (ОТВ) и общей средней точки (ОСТ). Кинематические поправки, скорости ОСТ, их определение, статические поправки. Сейсмические разрезы ОСТ, понятие о сейсмической миграции Головные (преломленные) волны в слоисто-однородной среде, граничная скорость.

Взрывные и невзрывные источники сейсмических колебаний. Динамический диапазон сейсмических колебаний. Принципы цифровой регистрации сейсмических колебаний: дискретизация и квантование сейсмических сигналов. Сейсмоприемники, цифровые регистрирующие комплексы. Расстановки источников и приемников, многократные системы наблюдений, площадные системы. Группирование сейсмоприемников и источников. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) и решаемые им задачи. Технология проведения сейсмических работ на суше, на море, в глубоких скважинах.

Модель сейсмической записи отраженных волн, импульсная и синтетическая трассы. Признаки выделения волн (осей синфазности) на сейсмограммах и разрезах. Разрешающая способность сейсморазведки по вертикали и горизонтали. Основные процедуры обработки данных сейсморазведки: регулировка амплитуд, ввод и коррекция кинематических и статических поправок, полосовая и обратная частотная фильтрация, суммирование ОСТ, процедура миграции. Определение эффективных, пластовых и средних скоростей. Объемная (3D) сейсморазведка. Получение куба данных и его вертикальных и горизонтальных срезов. Обработка данных сейсморазведки методом преломленных волн.

**6.** **Комплексирование геофизической и геологической информации.** Использование методов разведочной геофизики на стадии региональных геологоразведочных работ. Возможности изучения земной коры, внутреннего строения и рельефа фундамента, строения осадочного чехла при комплексировании геофизических методов. Сейсмофациальный анализ, выявление условий осадконакопления и зон возможного скопления углеводородов.

Роль сейсмического и других геофизических методов на поисковой стадии геологоразведочных работ. Построение структурных карт, определение разрывных нарушений. Связь физических характеристик осадочной толщи с кинематическими и динамическими параметрами волнового поля. Влияние анизотропии на параметры сейсмического поля. Понятие о мгновенных параметрах и их истолкование. Поинтервальный (погоризонтный) динамический анализ в сейсморазведке. Спектрально-временной анализ как формационных объектов. Прогноз залежей углеводородов по данным разведочных геофизических методов ("прямые" поиски). Анализ амплитуд сейсмических записей - "яркие" пятна, отражения от контактов флюидов ("плоские" пятна), дифракция от края залежи. Анализ амплитуд в зависимости от удаления (АVО). Совместное использование Р и S-волн (многоволновая сейсморазведка). Использование параметра поглощения для прогнозирования залежей. Возможности применения высокоточной гравиразведки, магниторазведки и электроразведки для обнаружения залежей УВ.

Роль геофизических методов на разведочной стадии геологоразведочных работ и на этапе разработки месторождений нефти и газа. Понятие об инверсии сейсмических записей. Псевдоакустический каротаж (ПАК). Подбор модели среды (ПМС), как итеративный способ сейсмического моделирования. Возможности метода ВСП для изучения околоскважинного пространства. Роль 3D сейсморазведки на стадии разведки и разработки месторождений. Анализ вертикальных и горизонтальных срезов. Трассирование сбросов в объеме куба. Интегрированные геолого-геофизические системы интерпретации данных ЗD сейсморазведки, бурения и ГИС для построения геологических моделей резервуаров нефти и газа. 4D сейсморазведка для мониторинга разработки залежей нефти и газа. Исследования качества и трещиноватости коллекторов межскважинным сейсмическим просвечиванием. Гравиметрический мониторинг на искусственных подземных газохранилищах.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

*1. Бакиров В.А*. Интерпретация электрических зондирований на постоянном токе с помощью ЭВМ. Методическое пособие. – М.: РГУ нефти и газа, 1999.

*2. Знаменский В.В*. Общий курс полевой геофизики. Учебник. - М.: Недра, 1989.

*3. Серкеров С.А*. Гравиразведка и магниторазведка: Учеб. Для вузов. – М.: ОАО “Издательство Недра”, 1999.

**б) дополнительная литература:**

*4. Барс Ф.М.* Лабораторные работы по курсу “Системы и алгоритмы обработки данных сейсморазведки” - М.: ГАНГ, 1997.

5. Интерпретация данных сейсморазведки*.* Под редакцией О.А. Потапова. – М.: Недра, 1990.

*6. Шерифф Р., Гелдарт Л*. Сейсморазведка. – М.: Мир, т. 1 и 2 , 1987.

*7. Птецов С.Н.* Анализ волновых полей для прогнозирования геологического разреза. – М.: Недра, 1989.

**3.3. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОФИЗИКЕ**

**1. Введение.** Развитие геофизики и средств обработки данных. Принципы применения компьютерных технологий в геофизике.

**2. Специализированные устройства, обеспечивающие цифровую обработку геофизических данных.** Форматы данных геофизических обрабатывающих систем. Передача данных. Устройства ввода данных в ЭВМ. Работа с бумажными носителями. Цифровые станции. Предварительная обработка.

**3. Типы ЭВМ, используемые для обработки.** Поколения ЭВМ. Семейства современных ЭВМ, их архитектура. Внутреннее представление данных. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Операционные системы. Организация данных. Файловые системы. Мультизадачность и многопользовательская защита. Оценка производительности и оптимизация компонентов операционных систем. Особенности реализаций современных систем на различных ЭВМ.

**4. Компьютерные сети.** Семиуровневая сетевая модель. Компьютерные сети. Топология сетей. Программно-аппаратные решения. Сети локальные и глобальные. Сетевые протоколы. Модель клиент-сервер. Производительность сетей. Защита информации в сети.

**5. Системы обработки геофизических данных.** Информационная основа современных обрабатывающих систем. Взаимодействие обрабатывающих программ друг с другом. Организация данных. Распределенные базы данных. Структура, установка и настройка современных систем (ГИС-Подсчет, LogTools, Гинтел, Сиал, Геккон, Ингис, Гема, WorkBench, Dv-технология).

**6. Алгоритмы обработки геолого-геофизической информации.** Методы решения обратных задач геофизики на ЭВМ. Комплексная интерпретация. Выбор и настройка петрофизических моделей пород. Устойчивость решения. Регуляризирующие алгоритмы. Классификация. Нормализация. Статистический подход. Экспертные системы. Попластовая и непрерывная обработка. Разбиение на пласты. Взаимоувязка по глубине. Корреляция. Создание и хранение информации 3d и 4d. Форматы хранения и передачи геофизической информации. Межсистемный обмен данными. Хранение и архивация данных.

. **Рекомендуемая литература :**

**а) основная литература:**

1. Дьяконова Т.Ф. Применение ЭВМ при интерпретации данных геофизических исследований скважин: Учеб. пособие для геофиз. спец. вузов/ - М.: Недра, 1991. -220 c.: ил.. - (Высшее образование.). - Библиогр.: с. 216 (14 назв.)
2. Ломтадзе В.В. Программное и информационное обеспечение геофизических исследований. - М.: Недра, 1993. -268 c.: ил.. - Библиогр.:с.221-223 (58 назв.).
3. Компьютерные системы и сети: Учеб.пособие для студентов вузов по экон.спец./ Косарев В.П., Еремин Л.В., Машникова О.В. и др; Под ред.В.П.Косарева,Л.В.Еремина. - М.: Финансы и статистика, 1999. –463 с.: ил.. - Авт.указ.на обороте тит.л. Библиогр.: с.447-448(38 назв.).Предм.указ.:с.459-463.
4. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учеб./ Олифер В.Г., Олифер Н.А.. - СПб: ПИТЕР, 1999. - 668 с.: ил.. - Библиогр.:с.641-642 (27 назв.).Алф.указ.:с.643-668.

**б) дополнительная литература:**

1. Кулагин А.В. Моделирование геологических процессов при интерпретации геофизических данных/ Кулагин А.В., Мушин И.А., Павлова Т.Ю.. - М.: Недра, 1994. -250 c.: ил.. - Библиогр.:с.246-248 (67 назв.)
2. Косков В.Н. Основы машинной интерпретации данных геофизических исследований нефтегазовых скважин. - Пермь: Изд-во Перм.ун-та, 1995. –132 c.: ил.. - Библиогр.:с.128-132 (70 назв.).
3. Кушнир Г.С. Компьютерные технологии в геологии и геофизике/ Кушнир Г.С., Северова Е.И.. - М.: 1996. -311 с.: ил.. - В надзаг.: Рос. АН, Объед. ин-т физики Земли им. О.Ю.Шмидта. Библиогр.: с.285-287 (94 назв)
4. Введение в управление сетями РС. Основы для деловых людей. -Б.м., 1994. - 40 c.: ил.
5. Локальные вычислительные сети/ Под ред. С.В.Назарова Кн. 1: Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства. -1994. – 206 с.: ил. - Библиогр.: с.201 (21 назв.). Предм. указ.: с.202-204.
6. Фролов А.В. Локальные сети персональных компьютеров. Монтаж сети, установка программного обеспечения/ Фролов А.В., Фролов Г.В.. -2-е изд.,стер.. -М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. - 169 c.: ил. MS-DOS для программиста;Т.7). - Библиогр.:с.166 (8 назв.).
7. Фролов А.В. Локальные сети персональных компьютеров: Использование протоколов IPX, SPX, NETBIOS/ Фролов А.В., Фролов Г.В.. -2. изд., стер. -М.: Диалог-МИФИ, 1995. - 160 c. MS-DOS для программиста; Т.8(1995)).
8. Бэрри Нанс Компьютерные сети: Пер.с англ.. -М.: БИНОМ, 1995. - 395 c.: ил. - (Club Computer. ). - Пер. изд.: Introduction to networking/Barry Nance. - S.l., 1994.
9. Ценк А. Novell NetWare 4.x/ Пер.с нем.под ред.В.В.Шаронова. - Киев: Торгово-издат.бюро BHV, 1995. -782 с.: ил.. - Пер. изд.: Novell NetWare 4.x/Zenk A.. - Bonn et.al., S.a.. - Предм.указ.:с.772-777.

**3.4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**1. Понятие о методологических основах моделирования.** Концепция вычислительного эксперимента как способа теоретического исследования естественнонаучных проблем средствами вычислительной математики. Основные этапы построения математических моделей и особенности их реализации.

**2. Обзор инженерных систем численно-аналитических преобразований** (математические пакеты MAPLE, MATLAB, MATHCAD, MATEMATIKA).

**3. Интерполяция и аппроксимация геофизических данных**. Классическая интерполяция функций многочленами (полиномы Лагранжа. Ньютона). Кусочно-полиномиальная интерполяция. Погрешность интерполяционного процесса. Недостатки процедуры классической интерполяции. Сплайн интерполяция. Интерполяция кубическими и параболическими сплайнами, Сходимость классической процедуры интерполяции и сплайн интерполяции.

**4. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики**. Случайные события. Относительная частота и вероятность случайных событий. Непрерывно распределенные случайные величины. Эмпирическое и теоретическое распределенных случайных величин. Квантили. Моменты непрерывного распределения.

**5. Предварительная обработка экспериментальных геофизических данных**. Цели предварительной обработки. Вычислительные характеристики эмпирических распределений. Требования к оценкам параметров: состоятельность, несмещенность, эффективность. Отсев грубых погрешностей. Полигон и гистограмма частот распределения. Проверка гипотезы нормальности распределения. Критерий χ2.

**6. Корреляционно-регрессионный анализ, аппроксимация геофизических данных**. Корреляция и регрессия. Эмпирические зависимости. Метод наименьших квадратов. Первый линейный регрессионный и корреляционный анализ (случай двумерного нормального распределения исходных данных). Статистическое оценивание результатов обработки. Проверка значимостикоэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов парной корреляции. Проверка адекватности модели (гипотеза линейной регрессии) по критерию Фишера. Различные формы нелинейной парной регрессии. Системы нормальных уравнений.

**7. Множественный регрессионный и корреляционный анализ**. Многофакторные эмпирические зависимости. Линейный множественный регрессионный анализ. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Множественный корреляционный анализ. Множественный нелинейный регрессионный анализ.

**8. Разностные методы решения дифференциальных уравнений** в частных производных. Основные понятия теории разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость. Явные и неявные разностные схемы для уравнений параболического и гиперболического типа. Проблема устойчивости разностных схем.

**9. Численные методы линейной алгебры**. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Арсеньев-Образцов С.С., Жукова Т.М. Введение в систему компьютерной алгебры MAPLE V версия 5. – М.: Нефть и Газ, РГУ им. Губкина, 2000 – 67 с.

2. Гусейн-Заде М.А., Калинина Э.В., Добкина Э.В. Методы математической статистики в нефтяной и газовой промышленности. -М.: Недра, 1979 - 340 с.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для студентов вузов. - М.: Высш.шк.. - 2000. - 479с.

4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие для вузов. - М.: Высш. школа,1988 -239 с.

5. Основы компьютерного моделирования. – М.: Нефть и Газ, РГУ им. Губкина, 2000 – 287 с.

6. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. - М.: Наука,1989. - 432 с.

Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. Введение в Maple. Математический пакет для всех. - М.: Мир, 1997. - 208 с.

**б) дополнительная литература**

8. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. -М.: Финансы и статистика, 1983 - 472 с.

9. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследования зависимостей. - М.: Финансы и статистика,1985 - 488 с.

10. Ферстер Э., Рёнц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. –М.: Финансы и статистика, 1983. –287 с.

**3.5. ТЕОРИЯ МЕТОДОВ ГИС**

**1. Информационные поля геологических объектов.** Физические поля как инструмент исследования состава и свойств горных пород в скважинах геофизическими методами. Использование теории физических полей при программно-алгоритмическом и метрологическом обеспечении интерпретации данных ГИС.

Объекты исследований: горная порода (пласт) и нефтегазовая залежь (месторождение). Система скважина-пласт и свойства прискважинной зоны пласта. Информационные модели ГИС. Теоретические проблемы методов ГИС на различных этапах изучения и эксплуатации месторождений нефти и газа.

Информационно-измерительные системы ГИС. Погрешности измерений и погрешности интерпретации. Виды и источники погрешностей.

**2. Уравнения физических полей.** Феноменологические уравнения физических полей. Уравнения электрического и электромагнитного полей. Уравнение теплопроводности. Уравнения геоакустики (механика сплошной среды). Уравнения гидродинамики. Уравнение переноса излучения. Уравнение диффузии.

**3. Закономерности физических полей в системе скважина-пласт.** Физические и петрофизические законы в геофизике. Прямые и обратные задачи в геофизике. Классические и неклассические методы решения прямых и обратных задач.

Понятия пространственных геометрических факторов в теории методов электрометрии скважин. Понятие радиального геометрического фактора в теории методов радиометрии скважин.

Способы построения интерпретационных моделей методов ГИС. Принципы алгоритмической интерпретации данных ГИС.

**4. Теория методов ГИС.** Метод кажущегося сопротивления. Электрическое поле в однородной и плоско-стратифицированной средах. Типы зондов и свойства диаграмм.

Боковое электрическое зондирование. Основы теории. Асимптотические свойства интерпретационных зависимостей. Принцип эквивалентности.

Теория методов сопротивления заземлений и зондов с фокусировкой тока. Интерпретационная модель. Геометрические факторы зон в системе скважина-пласт.

**5. Электромагнитные методы**. Индукционный метод. Интерпретационная модель. Геометрические факторы: дифференциальные и интегральные, радиальные и осевые, их свойства.

Высокочастное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ). Электромагнитные фокусирующие системы. Разность фаз и ее связь с удельным электрическим сопротивлением среды. Ограничения электромагнитных методов.

**6. Метод собственных потенциалов**. Диаграммы ПС в пластах ограниченной мощности. Геофизическая и петрофизическая интерпретация.

**7. Методы радиометрии скважин**. Меры взаимодействий излучений с веществом. Способы решения прямых задач теории ядерно-физических методов ГИС.

Метод естественной радиоактивности - интегральная модификация.

Интерпретационная модель; метрологические характеристики аппаратуры. Концентрационные чувствительности скважинного прибора; урановые и калиевые эквиваленты. Радиальная чувствительность скважинного прибора. Проверка интерпретационной модели по данным физического и математического моделирования. Использование метрологических характеристик скважинного прибора для аналитического учета изменения условий измерений. Алгоритм интерпретации. Петрофизическая модель. Оценка пористости и глинистости.

**8. Метод естественной радиоактивности** - спектрометрическая моди-фикация. Геохимические основы метода. Интерпретационная модель. Диаграмма ГМ для пласта конечной мощности. Метрологические характеристики спектрометра. Геометрические факторы зон в системе скважина-пласт. Алгоритм определения содержаний ЕРЭ и его программная реализация. Геологическая информативность ГМ-С и его значение в комплекса ГИС.

**9. Гамма-гамма метод (плотностная модификация).** Физическое обоснование. Интерпретационная модель. Метрологические характеристики аппаратуры. Диаграмма «хребет - ребра». Алгоритм определения плотности породы и толщины промежуточной зоны. Приближенные алгоритмы определения плотности пород и их метрологическая настройка. Учет влияния естественной радиоактив-ности на показания ГГМ. Влияние свойств промежуточной зоны на погрешность определения плотности пород.

Количественная интерпретация данных гамма-цементометрии скважин. Интерпретационная модель. Метрологические характеристики аппаратуры и их определение. Алгоритм интерпретации данных ГГМ-Ц и его программная реализация.

**10. Нейтронные методы**. Классификация нейтронных методов и их распределение по процессам взаимодействия нейтронов с веществом. Стационарные нейтронные методы. Нейтронные характеристики горных пород. Закономерности пространственно-энергетического распределения нейтронов в однородной среде и в системе «скважина-пласт». Инверсия показаний по водородосодержанию.

Интерпретационные модели однозондовых и многозондовых модификаций стационарных методов. Интерпретационные параметры и их точностные характеристики. Метрологическое обеспечение методов определения пористости горных пород (теория имитаторов пористых пластов). Алгоритмы определения пористости по данным ННМ.

**11. Нейтронный гамма-метод**. Зависимость показаний от пористости (водородосодержания) коллектора и хлоросодержания пластовой воды. Инверсия показаний по хлоросодержанию. Модификации нейтронной гамма-спектрометрии.

**12. Импульсные нейтронные методы.** Кривая временного спада тепловых нейтронов от импульсного источника быстрых в однородной среде и в системе «скважина-пласт». Теоретическое обоснование петрофизической информативности импульсных методов. Интерпретационные модели импульсных методов и их метрологическое обеспечение.

Радиоиндикаторные методы. Технология измерений. Теория метода, интерпретационная и петрофизическая модели. Определение проницаемости и эффективной (динамической) пористости коллекторов.

**13. Акустический метод исследования скважин**. Геоакустические характеристики горных пород. Теоретические основы ультразвукового метода. Кинематика волнового поля в скважине. Принцип измерений. Определение параметров упругих колебаний. Динамика волнового поля в скважине и частотный анализ акустического сигнала. Диаграммы амплитуд и коэффициента затухания против одиночного пласта. Влияние литологии и насыщения коллекторов на скорость и затухание упругих колебаний. Фазокорреляционная диаграмма.

Применение УЗМ для контроля технического состояния скважин.

**14. Термические методы исследования скважин.** Геотермия и термометрия. Механизмы переноса тепла и термические характеристики горных пород. Методы решения теоретических задач геотермии и термометрии скважин. Метод естественного теплового поля и уравнение геотермы. Функция Грина уравнения теплопроводности. Основные закономерности образования и расформирования искусственного теплового поля.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

Ю.Н.Антонов. Изопараметрическое каротажное зондирование. (обоснование ВИКИЗ). Геология и геофизика, 1980, №6, 81-91.

Ю.И.Горбачев. Геофизические исследования скважин: Учеб. для ВУЗов. Под ред. Е.В.Каруса. - 1990. - 398 с.

В.Н.Дахнов. Электрические и магнитные методы исследования скважин: Учеб. для ВУЗов. - 2-е изд., перераб. - М.: Недра, 1981. - 344 с.

В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Д.А.Кожевников. Петрофизика. Учеб. для ВУЗов. - М.: Недра, 1991 - 368 с.

Д.А.Кожевников. Методические рекомендации к проведению лабораторных работ по спецкурсу «Геофизические исследования скважин».-М., МИНГ им.И.М.Губкина, 1988. - 56 с.

Д.А.Кожевников. Гамма-метод изучения естественной радиоактивности горных пород в нефтегазовых скважинах. Конспект лекций по спецкурсу ГИС. М., МИНГ им. И.М.Губкина, 1989. - 56 с.

**б) дополнительная литература**

Д.А.Кожевников. Нейтронные характеристики горных пород и их использование в нефтегазопромысловой геологии. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 1982. - 186 с.

Д.А.Кожевников . Акустические методы исследования скважин. Конспект лекций: ч.1, М., 1977; -26 с.; ч.2, 1978, - 28 с. Изд. МИНХиГП им. И.М.Губкина.

**3.6. АППАРАТУРА ГИС**

**1. Введение.** Исторический обзор развития геофизического приборостроения. Современное состояние и формы совершенствования геофизических средств измерений: создание аппаратуры для новых геофизических методов, автоматизация, комплексирование, унификация, повышение точности, надежности и ремонтопригодности аппаратуры.

**2. Принципы построения скважинных геофизических информационно-измерительных систем (СГИИС).** Информационная модель геофизических исследований скважин (ГИС). Измерение и информация при ГИС. Специфика использования единиц измерения геофизических величин. Метрологические особенности информационной модели.

Структурная и информационная схемы СГИИС, особенности преобразования информации в различных ее частях. Структура СГИИС как совокупность измерительных преобразователей, устройств обработки, передачи, хранения и отображения количественной информации. Согласование элементов СГИИС по мощности, чувствительности. Классификация СГИИС.

Характеристики СГИИС. Объект исследования и спектральные характеристики геофизических сигналов. Метрологические характеристики. Динамические характеристики. Помехоустойчивость. Информационные критерии. Технико-эксплуатационные характеристики.

Условия эксплуатации, эксплуатационные нагрузки и их действие на аппаратуру. Элементы теории надежности и ремонтопригодности. Способы и методики испытаний аппаратуры.

Принципы проектирования СГИИС. Методические основы стандартизации. Выбор и обоснование параметрических рядов аппаратуры. Унификация узлов и деталей. Общие вопросы конструирования геофизических приборов. Агрегатированная система геофизических приборов (АСГП).

**3. Основы метрологии геофизических исследований скважин.** Метрология. Измерение. Единство измерений. Единообразие средств измерений в процессе эксплуатации. Специфика геофизических измерений. Специфика единиц измерения геофизических величин. Метрологическое обеспечение ГИС.

Средства измерений. Свойства и характеристики средств измерений.

Классификация измерений. Методы и способы измерений.

Погрешности геофизических измерений и средств измерений. Показатели точности. Способы выражения погрешностей. Классификация погрешностей измерений и средств измерений.

Динамические свойства геофизических средств измерений. Способы описания динамических характеристик.

Нормированные метрологические характеристики. Выбор комплекса нормированных характеристик геофизической аппаратуры.

Расчет характеристик погрешности геофизической аппаратуры в рабочих условиях ее применения.

Суммирование погрешностей измерений. Критерий ничтожной погрешности. Практические правила определения результирующей погрешности СГИИС и общей погрешности геофизических измерений.

Способы передачи единиц физических величин от рабочих геофизических эталонов и исходных образцовых средств измерения к рабочим средствам измерений. Ведомственная и локальная калибровочные (поверочные) схемы.

Основные метрологические процедуры ГИС. Градуировка геофизической аппаратуры. Виды градуировок. Технология проведения градуировки. Обработка результатов градуировки.

Поверка геофизической аппаратуры. Виды поверок. Критерии качества поверки. Обработка результатов поверки геофизической аппаратуры.

Калибровка геофизической аппаратуры.

Ведомственная метрологическая служба. Структура метрологической службы. Метрологическое обеспечение геофизических подразделений.

**4. Измерение первичных геофизических параметров.** Физические основы получения геофизических параметров Основы взаимодействия физических полей с веществом. Физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной информации.

Измерительные геофизические преобразователи: контактные, резистивные, магнитные, емкостные, радиационные, пьезоэлектрические, индукционные. Унифицированные первичные измерительные преобразователи в агрегатированной системе геофизических приборов (АСГП).

Геофизические зонды и датчики.

Измерение глубин в СГИИС.

Зонды электрических и электромагнитных методов и их разновидности. Особенности конструкций многоэлектродных и фокусирующих зондов.

Акустические зонды. Особенности работы двух-, трех- и многоэлементных зондов. Конструктивные элементы зондов сейсмоакустической аппаратуры: излучатели, приемники, акустические изоляторы.

Зонды радиометрии. Излучатели и детекторы. Конструктивные особенности зондов различных методов радиометрии. Основы теории статистических отсчетов при радиометрических измерениях.

Зонды ядерно-магнитного резонанса.

Датчики каверномеров и профилемеров.

Датчики инклинометров.

Датчики термометров и расходомеров.

**5. Передача информации.** Основные принципы и методы передачи геофизической информации

Электрокабельная линия связи. Общая характеристика и устройство геофизических кабелей. Первичные электрические параметры кабелей. Волновые параметры кабелей.

Бескабельные линии связи в геофизике.

Принципы телеизмерений. Характеристика первичной измерительной информации. Методы передачи сообщений при телеизмерениях. Непрерывные виды модуляции сигналов (AM, ЧМ, ФМ). Импульсные виды модуляции сигналов (АИМ, ФИМ, ШИМ, ЧИМ, КИМ). Спектры модулированных колебаний.

Помехи при геофизических измерениях. Сравнительная оценка помехо-устойчивости различных видов модуляции. Основные способы борьбы с помехами в геофизической аппаратуре. Приемы борьбы с помехами, обусловленными изменением сопротивления цепи и наличием в измерительной цепи потенциалов СП.

Геофизические каналы связи. Передача информации по каналам. Основные вопросы теории передачи информации. Скорость передачи информации и пропускная способность каналов связи. Согласование характеристик сигналов с параметрами канала связи.

Скважинные телеизмерительные системы. Многоканальное построение телеизмерительных систем. Частотное и временное разделение каналов. Способы увеличения информативности много­канальной аппаратуры.

Аналоговые телеизмерительные системы (ТИС). Частотные ТИС. Частотные модуляторы и демодуляторы. Структурные схемы преобразования частоты и периода в напряжение. Телеизмерительные системы с время-импульсной модуляцией (ВИМ).

Помехи и борьба с помехами при передаче аналоговой информации.

Аналоговые скважинные геофизические приборы.

Комплексирование геофизической аппаратуры.

Принципы построения аппаратуры электромагнитных методов. Функциональные схемы, измеряемые параметры, технико-эксплуатационные характеристики и основные особенности серийных образцов приборов.

Принципы построения сейсмоакустической аппаратуры. Функциональные схемы, технико-эксплуатационные характеристики и особенности серийных образцов сейсмоакустической аппаратуры. Помехоустойчивость телеизмерительных систем для акустических исследований скважин.

Принципы построения радиометрической аппаратуры. Функциональные схемы, технико-эксплуатационные характеристики и особенности серийных образцов аппаратуры радиометрии.

Аппаратура для других геофизических методов. Специальные и вспомогательные устройства для геофизических измерений.

**6. Методы и средства преобразования цифровой геофизической информации.**

Виды сигналов и их математическое описание. Информация и сигнал. Временное и частотное представление сигналов. Спектры и корреляционные характеристики сигналов.

Способы преобразования аналоговых сигналов в цифровой код: считывания, последовательного счета, поразрядного уравновешивания.

Квантование измерительных сигналов. Квантование сигналов по времени, уровню и координатам. Равномерное и неравномерное квантование.

Равномерное квантование. Статические и динамические погрешности квантования. Теорема Котельникова. Восстановление непрерывной функции при дискретизации по теореме Котельникова. Восстановление сигнала по дискретным данным. Связь между шагом дискретизации, методом и точностью восстановления. Определение оптимального шага дискретизации в зависимости от вида восстанавливающей функции и критерий оценки верности воспроизведения.

Неравномерное квантование. Алгоритмы адаптивного квантования. Сжатие измерительных данных. Методы и алгоритмы сжатия данных. Обратимое и необратимое сжатие данных. Показатели качества алгоритмов сжатия.

0сновы теории кодирования. Виды кодов, применяемых в геофизической практике. Кодирование информации при передаче сообщений. Оптимальное и эффективное кодирование. Помехоустойчивое кодирование. Корректирующие коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Блоковые и непрерывные коды.

Функциональное преобразование сигналов. Масштабно-временное преобразование сигналов. Фильтрация измерительных сигналов. Фильтрация аналоговых сигналов. Корреляционные методы фильтрации сигналов.

Цифровая фильтрация сигналов. Алгоритмы и характеристики цифровых фильтров. Вопросы реализации цифровых фильтров.

Методы и средства повышения точности измерительных устройств

Классификация методов. Автоматическая коррекция погрешностей.

Способы борьбы с помехами в аппаратуре ГИС. Способы устранения нелинейности звеньев. Методы отрицательной обратной связи.. Тестовые методы. Структурные схемы цифровых телеизмерительных систем с обратными связями. Методы вспомогательных измерений, образцовых мер.

Способы коррекции динамических погрешностей. Точность коррекции динамических погрешностей. Автоматическая коррекция динамической погрешности с помощью корректирующих звеньев.

Интерфейсы. Общая характеристика интерфейсов: "Общая шина", КАМАК, приборного интерфейса.

**7. Отображение геофизической информации.** Аналоговые измерительные приборы.

Конструкции и свойства измерительных механизмов различных систем: магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, электроста­тической. Физические основы измерений. Основные статические параметры измерительных приборов.

Дифференциальное уравнение измерительного прибора. Динамические режимы. Переходная функция. Частотные характеристики.

Преобразователи геофизических диаграмм. Устройства подготовки геофизических данных для обработки на ЭВМ. Преобразователи графиков: принцип действия, устройство, функциональные схемы, режимы работы, форматы записи. Сканеры. Дигитайзеры.

Цифровые измерительные и регистрирующие приборы. Геофизические цифровые регистраторы: назначение, принцип действия, структурная схема, режимы работы, форматы записи.

Полевые вычислительные, регистрирующие и обрабатывающие комплексы (ПВК). Архитектура ПВК. Специальные внешние устройства. Устройства связи с объектом (УСО). Аналоговые блоки и преобразователи аналог-код. Назначение, структурные схемы, основные технические характеристики.

**8. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы**

**Информационно-измерительные системы для исследования бурящихся скважин.** Задачи, функции СГИИС с приборами на кабеле.

Требования к современным телеизмерительным системам. Комплексные цифровые геофизические телеизмерительные системы: кодо-фазо-импульсная (КИМ-ФИМ), время-импульсная (ВИТС), агрегатированная система геофизических приборов (АСГП) с времяимпульсной телеизмерительной системой (КИМ-ВИМ).

Программно-управляемые приборы электрометрии, радиометрии, акустических исследований скважин. Назначение. Основные технические характеристики. Структурные схемы. Приемы, обеспечивающие уменьшение погрешностей измерений.

Геофизические измерительные лаборатории и станции.

Классификация измерительных лабораторий. Общая характеристика цифровых геофизических лабораторий. Структурные схемы цифровых лабораторий. Подсистемы геофизических лабораторий. Назначение и основные технические данные стандартных блоков геофизических лабораторий. Специализированные блоки лабораторий. Специализированные системы регистрации и обработки геофизических данных.

Структура программного обеспечения СГИИС.

**Информационно-измерительные системы для геолого-технологических исследований скважин**

**Информационно-измерительные системы для исследования скважин в процессе бурения**

Телеизмерительная система с беспроводным каналом связи. Организация канала связи. Типы аппаратуры. Назначение и краткая техническая характеристика аппаратуры.

Автономные приборы. Принципы конструирования автономных приборов.

**Информационно-измерительные системы для исследования горизон­тальных скважин**

**10. Основы технологии геофизических измерений.** Подготовка и проведение геофизических измерений. Контроль состояния и профилактика аппаратуры. Выбор масштабов записи, скорости перемещения зондов и датчиков. Контроль процесса исследований, повторные записи. Особенности проведения исследований различными методами и аппаратурой. Контроль качества геофизических данных.

Регулировка и настройка аппаратуры при подготовке и проведении геофизических работ. Задачи, решаемые теорией эксплуатации. Эргономические факторы при решении эксплуатационных задач.

Обработка геофизической информации. Организация системы обработки. Алгоритмы и методика первичной обработки: устранение первичных сбоев, масштабирование, увязка геофизических данных по глубине, фильтрация. Обработка с целью получения геофизической и геологической информации Приемы повышения точности при обработке геофизических данных.

Метрологическое обеспечение аппаратуры электрометрии. Метро­логическое обеспечение акустических исследований скважин. Метрологическое обеспечение аппаратуры радиометрии. Средства поверки аппаратуры.

**. Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Блюменцев А.М. и др. Метрологическое обеспечение геофизических исследований скважин. - М.: Недра, 1991.

2. Кривко Н.Н. Аппаратура геофизических исследований скважин. Учебник для вузов. - М.: Недра, 1991.

3. Куликовский К.А., Купер В.Я. Методы и средства измерений. - М.:

Энергоатомиздат, 1986.

4. Широков В.Н., Лобанков В.М. Теоретические основы метрологии геофизических исследований скважин. Учебное пособие. - М.: ГАНГ, 1996.

5. Широков В.Н., Митюшин Е.М., Неретин В.Д. и др. Скважинные геофизические информационно-измерительные системы. Учебное пособие. - М.: Недра, 1996.

**б) дополнительная литература**

1.Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи) - Л.: Энергоатомиздат, 1983.

2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. - Киев: Вища школа, 1982.

3. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. (А.К.Быкадоров, Л.И.Кульбак, В.Ю.Лавриненко и др.) - М.: Высшая школа, 1983.

4. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники. - М.: Энергия, 1981.

5. Руднев О.В. Телеизмерительные системы в промысловой геофизике. - М.:

Недра, 1992.

**3.7. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА РАЗРАБОТКОЙ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Введение**

**1. Роль геофизических исследований в процессах контроля** и регулирования разработки нефтяных и газовых месторождений. Задачи геофизических исследований скважин при контроле за разработкой. Связь ГИС-контроля с другими методами контроля и анализа разработки. Связь курса "Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений" с другими курсами геолого-геофизической и технологической направленности. Классификация методов ГИС-контроля.

**2. Связь процессов нефтегазоизвлечения** с изменением физических свойств нефтегазового пласта. Особенности изменения пласта при различных режимах разработки нефтяных и газовых залежей. Специфика изменения пластов при реализации методов повышения нефтеотдачи. Особенности изменения пластов при реализации технологий интенсификации углеводородоизвлечения.

**3. Физико-технологические свойства нефтегазовых пластов.** Закономерности динамических изменений физических свойств нефтегазового пласта при разработке. Динамическая петрофизика пластов и их околоскважинных зон. Связи изменения физических свойств пласта с изменениями физических свойств их околоскважинных зон.

4**. Методы изучения изменений физических и физико-технологических свойств** пласта в процессе разработки. Изменение удельного электрического сопротивления, диэлектрической проницаемости, естественной электрохимической и гамма-активности пласта изменение акустических, нейтронных, тепловых и пр. физических свойств.

**5. Специфика геофизических исследований скважин** при контроле процессов нефтегазоизвлечения. Особенности геофизических исследований на разных стадиях освоения нефтяных и газовых залежей. Условия проведения геофизических исследований в скважинах, оборудованных насосно-компрессорными трубами в скважинах с повышением давлением на устье, в наблюдательных скважинах и в горизонтальных скважинах.

**6. Геофизические исследования при контроле за вскрытием** пластов и освоением скважин. Задачи ГИС на этом этапе. Решение задач повышения продуктивности скважин на этапе вскрытия и освоения пластов по данным ГИС-контроля. Комплекс геофизических исследований при контроле вскрытия и освоения пластов.

**7. Геофизические исследования при контроле заводнения пластов**. Выделение обводнившихся пластов по данным ГИС в скважинах различной конструкции. Специальные технологии ГИС для выделения обводнившихся пластов. Контроль за положением и динамикой контактов.

**8. Определение степени выработки пластов по данным ГИС.** Определение текущей и остаточной нефтегазонасыщенности пластов по данным ГИС. Точность и достоверность о стандартных оценок нефтегазонасыщения. Специальные технологии оценки нефтегазонасыщения в околоскважинной зоне. Связь нефтегазонасыщения околоскважинной зоны с насыщенностью пласта. Оценка коэффициента вытеснения по данным ГИС.

**9. Изучение степени охвата пластов воздействием и** определение дренируемых объемов залежи. ГИС-контроль за охватом пласта по мощности. Межскважинные методы изучения охвата пласта по площади.

**10. Контроль за изменением эксплуатационных характеристик пласта** по данным ГИС. Определение текущих дифференциальных и интегральных дебитов, работающей мощности, интервалов притока и приемистости. Контроль процессов интенсификации притоков и приемистости.

**11. Контроль за техническим состоянием скважин**. Оценка качества цементирования скважин. Выявление дефектов обсадных и насосно-компрессорных труб. Выявление интервалов затрубной циркуляции, установки глубинного оборудования, определения уровня жидкости в скважинах, характеристик парафиновых, солевых и др. отложений в скважинах.

**12. Системный контроль за процессами нефтегазоизвлечения**. Площадная интерпретация результатов контроля комплексирование результатов геофизического, гидродинамического и геолого-промыслового контроля.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1) Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. - М.: Недра, 1991.

2) Горбачев Ю.И., Ипатов А.И. Геофизические методы контроля за разработкой нефтегазовых месторождений. Учебное пособие. - М.,: ГАНГ, 1993.

3) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Под редакцией док.техн.наук Ш.К.Гематудинова. - М.: Недра, 1988.

4) Моисеев В.Н. Применение геофизических методов в процессе эксплуатации скважин. - М.: Недра, 1990.

5) Ипатов А.И., Кременецкий А.И. Основы применения скважинной барометрии в промысловой геофизике. - М.: ГАНГ, 1997.

6) Кременецкий М.И., Резванов Р.А. Физические основы и теория термических методов исследования скважин. Учебное пособие. - М.: МИНГ, 1983.

7) Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. - М.: Недра, 1992.

8) Хуснулин М.Х. Геофизические методы контроля разработки нефтяных пластов. - М.: 1989.

9) Орлинский Б.М. Контроль за разработкой залежей нефти геофизическими методами. - М.: Недра, 1977.

10) Токарев М.А. Комплексный геолого-промысловый контроль за текущей нефтеотдачей при вытеснении нефти водой. - М.: Недра, 1990.

11) Михайлов Н.Н. Информационно-технологическая геодинамика околоскважинных зон. - М.: Недра, 1996.

12) Кошляк В.А., Султанов Т.А. Изучение нефтеотдачи пластов методами промысловой геофизики. - М.: Недра, 1986.

**б) дополнительная литература**

13) Ипатов А.И., Кременецкий М.И., Марьенко Н.Н. Лабораторный практикум по курсу "Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений". - М.: ГАНГ, 1996.

14) Резванов Р.А. Исследование эксплуатационных скважин. Часть 1 (Контроль обводнения нефтяных и газовых скважин). Учебное пособие. - М.: МИНГ, 1982.

15) Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Исследование эксплуатационных скважин. Часть 2 (Гидродинамико-геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений). Учебное пособие. - М.: ГАНГ, 1995.

16) Бадалов Г.И. Контроль разработки нефтяных месторождений геофизическими методами. - М.: МИНГ, 1991.

**3.8. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГИС**

**1. Введение.** Краткая история разработки алгоритмов индивидуальной интерпретации данных ГИС; вклад отечественных геофизиков. Задачи, которые решаются при интерпретации данных ГИС на стадиях поисков и разведки, эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Информационная модель ГИС.

**2. Электрические и электромагнитные методы ГИС.** Удельное электрическое сопротивление горных пород. Влияние на удельное сопротивление коэффициента пористости, геометрии пор, минерального состава твердой фазы, минерализации, химического состава и температуры пластовых вод, объемной влажности породы, термобарических условий залегания породы.

Интерпретация диаграмм трехэлектродных зондов. Кривые кажущегося сопротивления градиент- и потенциал-зондов в пластах высокого и низкого сопротивления, мощных и тонких для идеальных и реальных зондов при отсутствии и наличии влияния скважины. Кривые трехэлектродных зондов в пачке пластов высокого и низкого сопротивления.

Интерпретация диаграмм бокового электрического зондирования (БЭЗ). Типы кривых зондирования в пластах бесконечной и ограниченной мощности при отсутствии и наличии зоны проникновения. Построение фактической кривой зондирования. Определение параметров зоны проникновения и неизмененной части пласта по палеткам БЭЗ.

U-эквивалентность. Область применения и ограничения БЭЗ.

Интерпретация диаграмм микрозондов. Задачи, решаемые по диаграммам микрозондов. Ограничения в применении метода.

Интерпретация диаграмм экранированных зондов ЭЗ (БК, МБК). Поле трехэлектродного и семиэлектродного зонда БК. Зависимость эффективного удельного сопротивления, регистрируемого зондом БК, от параметров пласта, зоны проникновения, скважины. Интерпретация диаграмм однозондовой и многозондовой модификаций БК в различных геоэлектрических условиях. Область применения БК, задачи, решаемые этим методом.

Интерпретация диаграмм микробокового и микросферического зондов. Область их применения, решаемые задачи.

Комплексная интерпретация диаграмм БК и МБК.

Интерпретация диаграмм электромагнитных методов ГИС – индукционного, высокочастотного изопараметрического индукционного (ВИКИЗ), диэлектрического. Диэлектрическая проницаемость горных пород, факторы, ее определяющие. Анализ вклада в сигнал, регистрируемый электромагнитными методами, токов проводимости и смещения в различных диапазонах частот электромагнитного поля.

Определение по данным однозондовой и многозондовой модификации ИК, по данным ВИКИЗ удельного сопротивления неизмененной части коллекторов, строения зоны проникновения в скважинах, пробуренных с растворами на водной основе (РВО), удельного сопротивления пород в скважинах, пробуренных с растворами на нефтяной основе (РНО).

Краткие сведения об интерпретации данных индукционного метода и ВИКИЗ в горизонтальных скважинах.

Интерпретация диаграмм диэлектрического метода в скважинах, пробуренных на РВО и РНО. Комплексная интерпретация диаграмм индукционного, диэлектрического метода и ВИКИЗ.

Комплексная интерпретация данных БЭЗ, БК и индукционного метода (изорезистивная методика).

**3. Электрохимические методы ГИС.** Электрокинетические свойства горных пород ­– диффузионно-адсорбционная, фильтрационная, окислительно-восстановительная активность, поляризуемость, факторы, определяющие значения этих параметров.

Интерпретация диаграмм метода собственных потенциалов (СП). Влияние литологии пород, минерального состава твердой фазы, минерализации и химического состава пластовых вод и фильтрата бурового раствора на показания метода СП. Вклад в формирование поля СП различных физико-химических процессов в различных горно-геологических условиях. Задачи, решаемые при интерпретации диаграмм СП. Область применения метода.

Интерпретация диаграмм вызванных потенциалов. Поляризуемость пород с ионной и электронной проводимостью, факторы, ее определяющие. Задачи, решаемые методами ВП, область применения.

**4. Ядерные методы ГИС.** История создания ядерных методов ГИС, их роль в современном комплексе ГИС, при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.

Метод естественной радиоактивности – гамма-метод (ГМ). Естественная радиоактивность горных пород. Интегральная и спектральная модификации гамма-метода. Факторы, влияющие на показания любых ядерных методов ГИС. Интерпретация диаграмм интегрального и спектрального ГМ. Интерпретация диаграмм метода радиоактивных изотопов. Примеры решения различных геологических задач по данным ГМ. Метрологическое обеспечение интерпретации данных ГМ.

Нейтронные методы ГИС. История открытия нейтрона. Нейтронные параметры элементов, минералов, горных пород. Модификации нейтронных методов – нейтронный гамма (НГМ), нейтрон-нейтронный (ННМ) по тепловым и надтепловым нейтронам, импульсные нейтронные методы(ИНГМ, ИННМ). Интерпретация диаграмм нейтронных методов со стационарным (НГМ, ННМ) и импульсным (ИНГМ, ИННМ) источником. Определение нейтронной пористости и суммарного водородосодержания по данным стационарных нейтронных методов. Выделение и изучение газоносных коллекторов по данным стационарных нейтронных методов, нефтеносных - по данным импульсных нейтронных методов. Использование нейтронных методов при контроле разработки нефтяных и газовых месторождений; ограничения в их применении.

Метрологическое обеспечение исследований нейтронными методами.

Нейтронно-активационные методы ГИС (НАМ). Физические основы применения НАМ. Интерпретация диаграмм кислородного, кислородуглеродного методов, использование этих методов для определения положения флюидальных контактов. Метрологическое обеспечение интерпретации НАМ.

Метод рассеянного гамма-излучения ГГМ. Его плотностная ГГМ-п и спектральная ГГМ-с модификации. Ядерные реакции, изучаемые при работе с ГГМ-п и ГГМ-с. Интерпретация диаграмм ГГМ-п и ГГМ-с («литологический метод ГИС»). Область применения и ограничения использования ГГМ. Метрологическое обеспечение интерпретации данных ГГМ.

**5. Ядерно-магнитные методы ГИС.** Физические основы ядерно-магнитных явлений. Ядерно-магнитные свойства горных пород. Модификации ядерно-магнитного метода ГИС: измерение сигналов свободной процессии (ССП) и спинового эхо (СЭ). Интерпретация диаграмм ЯМР ГИС, определение индекса свободного флюида, времен продольной и поперечной релаксации.

Решение различных геологических задач по данным ЯМР, область применения и ограничения метода. Метрологическое обеспечение интерпретации данных ЯМР.

**6. Акустические методы ГИС.** Параметры упругих деформаций горных пород. Акустический метод ГИС, его модификации: стандартная акустика, волновая широкополосная акустика, исследования многоэлементным зондом, скважинное акустическое телевидение. Интерпретация данных акустических методов, полученных в открытом и обсаженном стволе.

Использование данных акустического метода при комплексной интерпретации их с результатами сейсморазведки (метод отраженных волн МОВ и вертикального сейсмического профилирования ВСП).

Область применения и круг решаемых геологических задач. Метрологическое обеспечение интерпретации данных акустических методов.

**7. Термические методы ГИС.** Естественные и искусственные тепловые поля в нефтяных и газовых скважинах. Петрофизические основы интерпретации термограмм. Интерпретация термограмм в условиях естественных тепловых полей. Интерпретация данных термометрии в эксплуатационных скважинах нефтяных и газовых месторождений. Круг решаемых задач. Метрологическое обеспечение интерпретации данных термометрии.

**8. Наклонометрия в открытом стволе скважин.** Физические основы и промышленные модификации наклонометрии скважин. Интерпретация данных наклонометрии и микросканера на стадии поисков, разведки и проектирования разработки нефтяных и газовых месторождений. Совместная интерпретация данных наклонометрии и сейсморазведки при построении трехмерной модели резервуара – объекта разработки. Метрологическое обеспечение интерпретации данных наклонометрии.

**9. Способы оценки надежности результатов индивидуальной интерпретации данных ГИС.** Способы оценки надежности, воспроизводимости данных ГИС и результатов индивидуальной интерпретации материалов ГИС. Метрологическая служба ГИС в нашей стране и за рубежом, ее достоинства и недостатки, перспективы совершенствования.

. **Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. В.Н.Дахнов. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. - М.: Недра, 1982.

2. М.Г.Латышова. Практическое руководство по интерпретации результатов ГИС. -М.: Недра, 1991

3. М.Г.Латышова, Б.Ю.Вендельштейн, В.П.Тузов. Обработка и интерпретация материалов ГИС. - М.: Недра, 1990.

4. Интерпретация материалов ГИС нефтяных и газовых скважин. /Справочник под ред. В.М.Добрынина). - М.: Недра, 1988.

**б) дополнительная литература:**

5. В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Д.А.Кожевников. Петрофизика. - М.: Недра, 1991.

6. М.Г.Латышова, Т.Ф.Дьяконова, В.П.Цирульников. Достоверность геофизической и геологической информации при подсчете запасов нефти и газа. - М.: Недра, 1986.

7. Каротажник. Научно-технический вестник. - Тверь. С 1996 по настоящее время.

**3.9. КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**1. Введение.** Роль и место геофизических методов, в том числе ГИС в технологической цепи поисков, разведки и разработки месторождений нефти , газа и других полезных ископаемых. Краткие сведения из истории разработки способов комплексной интерпретации данных ГИС. Роль петрофизики как фундамента комплексной интерпретации данных геофизических методов. Вклад отечественных специалистов в создание алгоритмов комплексной интерпретации данных ГИС.

**2. Задачи комплексной интерпретации данных геофизических методов**, в томчисле ГИС, при поисках, разведке и промышленной оценке месторождений нефти и газа

Литологическое расчленение и корреляция разрезов скважин. Фациальный анализ. Изучение межскважинного пространства. Подготовка основы геологических построений, используемых в дальнейшем при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений нефти и газа. Требования к полноте и качеству материалов ГИС и сейсморазведки, используемых для решения перечисленных задач.

**3. Комплексная интерпретация данных ГИС при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений нефти и газа.** Выделение межзерновых и сложных продуктивных коллекторов по данным ГИС. Требования к полноте комплекса ГИС, качеству материалов ГИС, петрофизическому обеспечению комплексной интерпретации данных ГИС. Определение эффективной толщины, положение флюидальных контактов, коэффициентов пористости и нефтегазонасыщения межзерновых коллекторов. Типы сложных коллекторов нефти и газа. Учёт вещественного состава твердой фазы и геометрии пор в сложных коллекторах при определении их эффективной толщины, коэффициента общей пористости и его компонент, коэффициентов нефте-газонасыщения.

Значение и характеристики специальных исследований ГИС при изучении и промышленной оценке сложных коллекторов нефти и газа. Примеры из отечественной и зарубежной практики.

Определение коэффициентов проницаемости, прогноз коэффициентов извлечения нефти и газа в отдельных типах коллекторов по данным ГИС.

Критерии оценки надежности определения параметров фильтрационно-емкостных и характеризующих нефте-газонасыщение по данным ГИС.

**4. Комплексная интерпретация данных ГИС, ВСП, детальной сейсморазведки при построении модели резервуара – объекта разработки залежи нефти или газа.** Петрофизическое обеспечение комплексной интерпретации данных акустических и других методов ГИС, ВСП, сейсморазведки 3-D. Изучение межскважинного пространства и корреляция разрезов скважин, установление флюидальных контактов. Построение фильтрационно-емкостной модели каждого объекта разработки с учетом материалов ГИС, сейсморазведки, гидродинамических исследований, пробной эксплуатации.

Критерии оценки надежности результатов комплексной интерпретации данных ГИС и сейсморазведки.

**5. Контроль разработки, анализ результатов разработки длительно разрабатываемых нефтяных и газовых месторождений по данным геофизических методов.** Краткие сведения о современном комплексе ГИС–контроль и задачах, которые он решает. Возможности сейсморазведки 4-D при контроле разработки нефтяных и газовых месторождений. Использование данных ГИС –контроль и детальной сейсморазведки 4-D для оптимизации хода разработки залежей нефти и газа. Оценки величины и характера размещения в объеме резервуара остаточных запасов нефти и газа на завершающей стадии разработки нефтяного и газового месторождения. Примеры из практики нефте – и газодобывающей промышленности (отечественные и зарубежные).

**6. Использование геофизических методов, в том числе ГИС, при поисках, разведке и промышленной оценке месторождений прочих (помимо нефти и газа) полезных ископаемых (краткий обзор).** Краткие сведения об алгоритмах комплексной интерпретации данных ГИС и полевых геофизических методов при поисках, разведке и промышленной оценке месторождений ископаемых углей, природного битума, полиметаллов, золота, алмазов и т.д. Примеры из отечественного и зарубежного опыта.

**7. Перспективы совершенствования** применяемых и создания новых способов комплексной интерпретации данных геофизических методов, в том числе ГИС, при изучении строения Земной коры, поисках, разведке и промышленной оценке месторождений полезных ископаемых в ХХI веке.

**а) основная литература:**

1) В.Н.Дахнов. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. - М.: Недра, 1982.

2) М.Г.Латышова. Практическое руководство по интерпретации результатов ГИС. -М.: Недра, 1991.

3) М.Г.Латышова, Б.Ю.Вендельштейн, В.П.Тузов. Обработка и интерпретация материалов ГИС. - М.: Недра, 1990.

4) Интерпретация материалов ГИС нефтяных и газовых скважин. (Справочник под редакцией В.М.Добрынина). - М.: Недра, 1988.

**б) дополнительная литература:**

5) В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Д.А.Кожевников. Петрофизика. - М.: Недра, 1991.

6) В.Н.Дахнов. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород. - М.: Недра, 1985.

7) Сейсмическая стратиграфия. Перевод под редакцией Л.Н.Кунина и Г.Н.Гогоненкова. - М.: Недра, 1982.

8) Геофизика. Научно-технический журнал ЕАГО. Изд. ГЕРС (Тверь). С 1994 по настоящее время.

9) Каротажник. Научно-технический вестник. Тверь. С 1996 по настоящее время.

**3.10. АЛГОРИТМЫ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

**1. Применение ЭВМ при обработке и интерпретации результатов геофизических исследований скважин.** История развития автоматизированной интерпретации данных ГИС за рубежом и в нашей стране. Информационная модель геофизических исследований скважин.

Взаимосвязь отдельных блоков информационной модели ГИС при решении прямой и обратной задач. Различные уровни решения обратной задачи ГИС (индивидуальная, комплексная и сводная интерпретация данных методов ГИС).

Поточечная и попластовая технологии интерпретации данных ГИС. Их преимущества и недостатки, ситуации, в которых предпочтительно использование каждой из них.

**2. Устройства, используемые для обеспечения процесса автоматизированной интерпретации данных ГИС.** Схема процесса получения цифровой геофизической информации, ее преобразования в рамках автоматизированной системы обрабатывающих программ и вывода результатов интерпретации. Средства преобразования аналоговой геофизической информации в цифровую и контроль качества оцифровки. Аппаратура цифровой регистрации и способы передачи геофизических данных заказчику. Средства вывода результатов интерпретации.

**3. Специализированные системы, используемые для обработки геофизической информации.** Автоматизированные системы обработки и интерпретации данных ГИС, принципы построения моделей интерпретации, заложенные в существующих системах. История развития отечественных и зарубежных систем. Характеристика отечественных систем АРМ Подсчет, ГИНТЕЛ, ИНГИС, LOGTOOLS, ИНГЕФ, СИАЛ. Характеристика некоторых зарубежных систем интерпретации данных ГИС – ULTRA, GLOBAL.

База данных и информационная оболочка одной из автоматизированных систем, используемых в нашей стране. Задачи, решаемые с помощью этой системы, ее возможности и комплект прикладных обрабатывающих программ, входящих в эту систему.

**4. Алгоритмы программ предварительной и индивидуальной интерпре-тации данных ГИС.** Ввод информации и ее преобразования. Программы увязки кривых геофизических методов между собой. Программы разбивки на пласты и снятие отсчетов. Способы коррекции границ пластов и отсчетов. Вывод результатов интерпретации.

Программы определения удельного электрического сопротивления по данным комплекса электрических и магнитных методов в пластах различной толщины. Коррекция показаний отдельных зондов БКЗ и фокусированных зондов с помощью изорезистивной методики в опорных пластах. Коррекция удельного электрического сопротивления в скважине. Коррекция показаний фокусированных зондов за влияние скважинных условий, за влияние ограниченной толщины пласта и вмещающих пород. Учет влияния скин-эффекта в показаниях индукционных зондов.

Учет инерционности аппаратуры радиоактивного каротажа. Определение водородосодержания по данным нейтронных методов. Учет влияния скважины в показаниях метода естественной радиоактивности (ГК). Определение двойного разностного параметра ГК.

Вывод геофизической информации. Формирование планшетов и таблиц.

**5. Алгоритмы программ комплексной интерпретации данных ГИС.** Алгоритмы программ литологического расчленения разреза и выделения коллеторов. Программы оценки коллекторских свойств пород и используемые в них алгоритмы. Программы оценки коэффициентов пористости, глинистости, газо- и нефтенасыщенности. Способы определения характера насыщения коллекторов.

Программы нормализации показаний методов ГИС. Задачи, решаемые с помощью программ нормализации.

Нестандартные подходы к интерпретации, реализованные в различных системах обработки.

Графы комплексной интерпретации данных ГИС в терригенных разрезах, вскрытых на пресной и минерализованной промывочной жидкости. Графы комплексной интерпретации данных ГИС в карбонатных разрезах, вскрытых на различных ПЖ. Графы интерпретации данных ГИС в сложных типах коллекторов – карбонатных коллекторах со сложным составом матрицы, карбонатных коллекторах со сложной структурой пустотного пространства, в анизотропных и вулканогенных разрезах, в сложных терригенных коллекторах.

6. **Алгоритмы и системы интерпретации данных ГИС, разработанные в зарубежных фирмах.** Различие алгоритмов выделения коллекторов и оценки свойств пород в разрезах скважин, используемых в отечественных и зарубежных системах. Алгоритмы определения состава пород, коэффициентов пористости и глинистости, используемые в зарубежных системах. Учет влияния углеводородов в ближней зоне в показаниях нейтронного и плотностного методов.

Программы оценки свойств коллекторов сложного типа, базирующиеся на использовании микросканнеров и пластовых наклономеров.

Формы представления результатов комплексной интерпретации, используемые зарубежными фирмами.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1) Дьяконова Т.Ф. Применение ЭВМ при интерпретации данных геофизических исследований скважин: Учебное пособие для вузов.- М.: Недра,1991.

2) Научно-технический вестник “Каротажник”, изд-во АИС ГЕРС. - Тверь, номера с 1996 года.

**б) дополнительная литература:**

3) Автоматизированное рабочее место “Геофизические исследования скважин и подсчет запасов” (на базе ПЭВМ РС/АТ 486,586), базовая версия 1.1. ВНИИГЕОСистем, М.: 1996.

4) Обработка и интерпретация данных промысловых геофизических исследований на ЭВМ. Справочник./ Под ред. д.т.н. Н.Н.Сохранова - М.: Недра, 1989

**3.11. ВЗРЫВНЫЕ И ДРУГИЕ РАБОТЫ В СКВАЖИНАХ**

**1. Введение**. Использование энергии взрыва в нефтяной и газовой промышленности

Общие сведения об использовании различных источников энергии взрывов (химический, ядерный, электрический, упругого сжатия) для решения задач нефтегазовой промышленности. Цели и задачи прострелочно-взрывных работ (ПВР) в скважинах. Цели и задачи испытаний пластов пластоиспытателями на трубах (ИПТ).

**2. Элементы теории ВВ.** Понятие о взрывчатом веществе (ВВ). Типы взрывчатых веществ. Их классификация. Химическая и физическая стойкости ВВ. Тепловой взрыв. Хранение ВВ. Горение взрывчатых веществ. Ударные волны. Переход горения в детонацию. Детонация твердых, жидких и газообразных ВВ. Критические диаметры детонации. Скорости детонации у ВВ. Чувствительность ВВ к удару и трению. Бризантное и фугасное действие взрыва. Средства взрывания (СВ). Взрывчатые материалы (ВМ).

**3. Прострелочно-взрывные работы в скважинах.** Первичное вскрытие пласта. Влияние качества первичного вскрытия на продуктивность объекта. Вторичное вскрытие пластов. Выбор способа вскрытия. Взрывные и невзрывные методы вскрытия. Условия для их наиболее эффективного применения. Технологии вторичного вскрытия пласта перфораторами (на депрессии, репрессии, на равновесии).

Типы и основные характеристики стреляющих перфораторов. Ленточные кумулятивные перфораторы. Каркасные кумулятивные перфораторы. Разрушающиеся кумулятивные перфораторы. Корпусные кумулятивные перфораторы одно- и многоразового использования. Корпусные кумулятивные перфораторы на НКТ. Пулевые перфораторы. Плотность перфорации для различных объектов. Привязка интервала перфорации к геологическому разрезу. Определение факта и полноты срабатывания перфоратора.

**4. Различные работы в скважинах с применением ВВ.** Взрывные работы в скважинах, их цели и особенности. Освобождение прихваченных труб (отвинчивание, встряхивание) и их обрыв. Шнуровые и шашечные торпеды. Кумулятивный труборез. Разрушение металла на забое и в стволе скважины. Осевые кумулятивные торпеды. Очистка забоя скважины специальными ловителями. Разобщение пластов взрывными методами. Взрывные пакеры: типы, области применения, технология проведения работ.

Воздействие на пласт взрывными методами с целью интенсификации притоков. Механизм воздействия на пласт продуктами горения (пороховые генераторы, АДС) и горюче-окислительными составами (ГОС). Выбор рецептуры ГОС. Особенности проведения работ с ГОС на скважине. Оценка эффективности применения ГОС и других типов ВВ для интенсификации притока. Комплексирование методов воздействия на пласт.

**5. Испытания скважин пластоиспытателями на трубах (ИПТ).** Особенности испытания пластов в бурящихся скважинах (разведочных и эксплуатационных). Определение гидродинамических характеристик пласта с помощью ИПТ. Интерпретация данных ИПТ. Технология проведения испытаний пластов с ИПТ. Типы пластоиспытателей на трубах (с опорой на забой, селективные, якорные и др.). Комплексирование работ с ИПТ и ГИС. Методика "каротаж-испытание-каротаж".

Использование пластоиспытателей для целей очистки забоя скважины и интенсификации притока флюида из скважины.

Опробователи пластов на кабеле (ОПК). Конструкция, области использования. Достоинства и недостатки.

**6. Организация работ и техники безопасности при ПВР и ИПТ.** Общие правила работ. Подготовительные работы на базе. Транспортировка прострелочно-взрывных аппаратов (ПВА) и взрывчатых материалов (ВМ). Особенности работы на скважине с ПВА и ВМ. Аварии и оставление ПВА в скважине.

Организация работ с ИПТ в разведочных скважинах. Ответственность буровой и геофизической служб за обеспечение безопасного ведения работ. Организация работ с ИПТ в эксплуатационных скважинах.

**Рекомендуемая литература:**

**а) основная литература:**

1. Ловля С.А. Прострелочно-взрывные работы в скважинах. Учебник для студентов вузов.- М.: Недра, 1987 г.

2. Сухоносов Д.Г. Испытание необсаженных скважин.- М.: Недра, 1992 г.

**б) дополнительная литература:**

1. Григорян Н.Г., Ловля С.А., Шахназаров Г.Г. и др.

Прострелочные и взрывные работы в скважинах. Учебник для нефтяных техникумов. - М.: Недра, 1992 г.

2. Сухоносов Д.Г., Шакиров А.Ф., Усачева Е.П. Справочник по испытанию необсаженных скважин. - М.: Недра, 1988 г.

3. Шакиров А.Ф. Каротаж, испытание, перфорация и торпедирование скважин. - М.: Недра, 1992 г.

4. Фридляндер Л.Я. Прострелочно-взрывная аппаратура и ее применение в скважинах. - М.: Недра, 1990 г.

5. Гайворонский И.Н., Леоненко Г.Н., Замахаев B.C. Коллекторы нефти и газа Западной Сибири, их вскрытие и опробование. - ЗАО "Геоинформмарк", 2000 г.

**3.12. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ**

1.Особенности аналоговой, цифро-аналоговой и цифровой регистрации данных ГИС-Контроль на скважине. Первичная подготовка исходных данных.

2.Метрологическое обеспечение метода ГИС-Контроль. Редактирование кривых,оценка качества преобразования кривых.

3. Основные типы и виды информации в ГИС-Контроле. Способы хранения исходной информации и результатов обработки. Работа с базами данных.

4.Интерпретация на ЭВМ результатов исследований в наблюдательных скважинах.

5.Интерпретация на ЭВМ результатов исследований в нагнетательных скважинах.

6. Интерпретация на ЭВМ результата исследований в нефтяных (фонтанирующих и исследуемых в процессе компрессирования) скважинах.

7. Интерпретация на ЭВМ результатов исследований в газовых скважинах.

8.Интерпретация на ЭВМ результатов исследований в скважинах, работающих двух и трехфазной продукцией.

9.Основные характеристики отечественных интерпретационных геофизических систем и программ (напримере: «СИАЛ-КОНТРОЛЬ» (АО «СИАЛ»), «ПРАЙМ» (БашГУ), «ГЕККОН-4.0/5.0»(ИГ ГАНГим. И.М.Губкина), «FS» (OAY), «ОНИКС» (ГЕРЙ).

10.Документирование результатов обработки данных ГИС-Контроль на ЭВМ. Формирование протоколов обработки и окончательного заключения средствами ЭВМ.

11.Возможности временного и площадного анализа результатов автоматизированной обработки. Понятие«динамического анализа» и его роль в повышении информативности ГИС-Контроля.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Кузнецов Г.С., Леоньтев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические метоап контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. -М.: Недра, 1991.

1. Кременецкий М.И., Ипатов А.Ё. Исследование эксплуатационных скважин. Часть 3, Гидродинамико-геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. Учебноепособие. -М.:ГАНГ.1994, 92с.
2. Кременецкий М.И., Ипатов А.Е. Исследование эксплуатационных скважин. Часть 3, Интерпретация данных ГИС-Контроля в системе «ГЕККОН» для ПЭВМ. Учебное пособие. - М.: ГАНГ, 1994, 81с.

**3.13. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

**Введение.** Содержание курса, его связь со смежными дисциплинами. Геофизическая и петрофизическая характеристика осадочных и вулканогенно-осадочных горных пород.

Современное состояние комплексирования методов исследования разных уровней - литолого-петрофизических, геологических и геофизических при промышленной оценке и построении фильтрационно-емкостных моделей залежей нефти и газа.

**1.Определение условий осадконакопления по комплексу геофизических исследований скважин (ГИС).** Генетические показатели горных пород, определяемые по комплексу ГИС: литотипы и их парагенезы, структурные и текстурные особенности осадочных пород, текстура сообществ пород, перерывы в осадконакоплении, цикличность.

**Континентальные осадки.**

Факторы, влияющие на состав и строение пород пролювиальной и аллювиальной формаций. Характеристика

формаций пролювия, равнинного и пойменного аллювия по комплексу ГИС.

**Морские осадки.**

Дельты: субаэральные и субаквальные дельтовые отложения. Характеристика отложений дельтового генезиса

по геофизическим данным. Основные генетические показатели надводных и подводных формаций.

**Морская терригенная волноприбойная Формация.**

Волноприбойная обломочная субформация, отложения пляжей, волноприбойных баров и мелководного шельфа.

Диагностика морских осадков по комплексу геофизических методов.

**Рифы.**

Влияние состава и структуры карбонатных пород на их геофизическую характеристику. Структуры

органогенных построек. Геофизические критерии выделения фациальных зон рифогенных образований.

**2. Петрофизические предпосылки использования данных ГИС для лито-фациального анализа терригенных и карбонатных разрезов.** Изучение взаимосвязей коллекторских свойств пород и геофизических параметров. Влияние геологических факторов на вариации начальных величин пористости и глинистости осадочных пород. Изучение связей петрофи-зических и геофизических параметров в масштабе сложной комплексности факторов "глубина -геологическое время".

**3. Седиментологический анализ данных ГИС. Оптимальный комплекс ГИС для седиментологического анализа. Оценка его качества и информативности.** Использование данных керна. Увязка керновой и геофизической информации.

Особенности седиментологического анализа данных ГИС при поисках, разведке и разработке коллекторовнефти и газа.

Этапы седиментологического анализа: определение условий седиментации пород по геологическим показателям; выделение литотипов по данным ГИС и определение формационной принадлежности пород; формирование сообществ пластов, установление цикличности в осадконакоплении; корреляция разрезов скважин; изучение морфологии геологических тел.

Комплексирование методов ГИС и сейсморазведки для определения условий осадконакопления. Историко-геологический подход при анализе данных ГИС и сейсморазведки. Разработка и восстановление историко-геологических моделей: тектонических, палеографических, палеогеоморфологических и др.

Региональный, зональный и локальный прогнозы коллекторов по комплексу ГИС и сейсморазведки.

**4. Выявление разрывных нарушений и трассирование их по площади по материалам геолого-геофизических исследований.** Типы разломов и их идентификация по данным геофизических и аэрокосмических исследований. Методика построения схемы разломов по данным ГИС. Прямые и косвенные признаки выявленных зон разломов.

**5. Геолого-геофизическое моделирование на основе фациально-форманионногоанализа. Построение геологических** моделей. Изучение палеотектонического режима залежи. Анализ палеовременных разрезов, карт изопахит, сейсмостратиграфических комплексов. Изучение морфологии песчаных тел по данным ГИС (план-диаграммы, карты толщин коллекторов, удельных электрических сопротивлений, глинистости и др.). Палеореконструкции по данным временных разрезов и сопоставление их с данными ГИС.

Построение фильтрационно-емкостной модели залежи. Методики определения пористости и проницаемости по данным ГИС в осадочных и вулканогенно-осадочных горных породах.

**6. Методы изучения геологической неоднородности разрезов скважин по данным ГИС.** Характеристика и классификация геологической неоднородности. Методы изучения и количественная оценка неоднороности. Влияние геологической неоднородности на фильтрационно-емкостные свойства и продуктив­ность коллекторов. Модели фильтрационной и емкостной неоднородности пласта, эксплуатационного объекта, залежи.

**7. Оценка коэффициента вытеснения углеводородов по данным ГИС.**

Определение коэффициента вытеснения методами электрометрии и импульсного нейтрон-нейтронного метода. Другие способы определения коэффициента вытеснения нефти. Влияние коллекторских свойств пород на извлечение нефти в условиях упругого водонапорного режима.

**8. Прогноз нефтеизвлечения и выявление остаточных запасов нефти и газа надлительно разрабатываемых месторождениях.** Влияние неоднородности на характер обводнения продуктивных пластов. Изменение проницаемости и неоднородности в процессе заводнения пресными водами. Прогноз продуктивности терригенных и карбонатных коллекторов с использованием количественных характеристик геологической неоднородности. Прогнозирование коэффициентов охвата и нефтегазоизвлечения по данным ГИС. Основные принципы определения остаточных извлекаемых запасов нефти и газа в обвод пившихся залежах.

**9. Применение интегрированных компьютерных систем для моделирования месторождений.** Интегрированное описание месторождения с помощью современных компьютерных систем. Построение цифровой геологической модели залежи по данным ГИС. Численные трехмерные, трехфазные гидродинамические модели объектов разработки. Параметры модели, определяющие процесс разработки и ис­точники их получения. Петрофизическая настройка численных моделей. Настройка параметров модели по истории разработки месторождения. Расчетные эксплуатационные характеристики разработки, мониторинг и прогнозирование разработки месторождений.

**ЛИТЕРАТУРА: Основная:**

1. Литологическая интерпретация геофизических материалов при поисках нефти и газа / В.А.Бабадаглы. Т.С.Изотова, И.В. Карпенко, Е.В. Кучерук. -М.: Недра. 1988.

2. Изотова Т.О., Денисов СБ.. Венделыптейн Б.Ю.. Седиментологический анализ данных промысловой геофизики. -М.: Недра, 1993.

1. Золоева Г.М.. Оценка неоднородности и прогноз нефтеизвлечения по ГИС.-М.: Недра. 1995.  
   **Дополнительная:**
2. Кричлоу Г. Современная разработка нефтяных месторождений - проблемы моделирования. - М.: Недра, 1979.
3. Булыгин В.Я., Булыгин Д.В. Имитация разработки залежей нефти. -М.: Недра, 1990.

**3.14. ГИС В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ**

**Введение.** Основные задачи курса "Геофизические исследования горизонтальных скважин". Значение комплексных геофизических и геолого-технологических исследований при изучении горизонтальных скважин. История развития наклонно-направленного бурения. Роль передовой российской наук-;, российских и зарубежных специалистов в создании и сс-вершенствовании технологии проводки горизонтальных *скважин,* их комплексных геофизических и геолого-технологических исследований, интерпретации данных этих исследований.

**1. Бурение горизонтальных скважин**.

**1.1. Горно-геологические условия строительства горизонтальных скважин.** Области предпочтительного использования горизонтальных скважин (ГС) в системе разработки нефтяных и газовых месторождений. Учет горно-геологических условий при обосновании направления и протяженности ствола скважины а продуктивном пласте, при выборе способа вскрытия его и разработке конструкции горизонтального участка скважины.

Анализ конкретных примеров применения горизонтальных скважин в системах разработки месторождений. Эффективность горизонтальных скважин в различных условиях.

**1.2. Способы бурения горизонтальных скважин. Способы проводки ГС по признаку размещения бурового оборудования; бурящиеся с поверхности Земли, из шахт, бурящиеся из скважин большого диаметра.** Способ бурения с применением забойного двигателя (турбинное бурение или бурение электробуром). Забойные двигатели для бурения ГС, Требования к забойному двигателю. Специальные типы забойных двигателей для бурения горизонтальных скважин. Роторно-турбинный способ. Его особенности и области применения при бурении горизонтальных скважин.

**1.3. Профили наклонно направленных скважин с конечным горизонтальном интервалом.** Разновидности скважин, различающихся по способу проводки и по конструкции. Вертикальные, наклонно-  
направленные, горизонтальные, разветвленно-горизонтальные и многозабойные скважины.

Типовые профили наклонно направленных скважин. Способы перевода скважины на горизонтальную траекторию. Принципы и порядок разработки профиля наклонно направленной скважины с конечным горизонтальным интервалом. Математический аппарат для расчета профиля скважины.

Использование данных по крутящему моменту и нагрузке натяжения при проектировании рационального профиля наклонно направленной скважины.

1**.4. Техника и технология бурения и эксплуатация ГС**. Обоснование оптимального профиля ГС и радиуса кривления. Преимущества и недостатки использования ГС с малым, средним и большим радиусами  
искривления. Наиболее часто используемые технологии бурения ГС в России и за рубежом.

Краткий анализ развития техники и технологии бурения ГС в России и за рубежом. Способы отбора керна при бурении ГС. Особенности конструкции бурильной колонны. Ее вспомогательные элементы и их роль в управлении траекторией скважины в различных интервалах ее профиля. Компрессорные бурильные трубы, их назначение, конструкции, материал. Специальные бурильные трубы для инклинометрии.

Отклонители. Их конструкция, области применения. Расчет необходимого угла отклонителя и определение места его установки. Способы ориентирования отклонителей.

**1.5. Особенности технологии бурения пологих наклонно-направленных и горизонтальных скважин**. Порядок разработки режима бурения. Способы регулирования нагрузки на долото в пологих и горизонтальных  
стволах. Специфика разработки программы промывки для этих скважин. Требования к буровым растворам для бурения ГС. Выбор типа промывочной жидкости и ее параметров для различных условий. Технологические приемы управления траекторией ствола скважины при его формировании.

Оперативное управление и контроль при бурении горизонтального ствола. Осложнения при бурении в продуктивном пласте и способы предупреждения, диагностирования и ликвидации.

**1.6. Крепление скважин.** Типовые схемы крепления горизонтальных стволов. Оснащение обсадной колонны в интервале горизонтального ствола. Принципы расчета обсадной колонны для горизонтального интервала.

Специфические особенности цементирования обсадной колонны в горизонтальном стволе. Использование пакеров для избирательного цементирования обсадной колонны. Причины снижения качества цементирования и способы их устранения.

**1.7. Информационное обеспечение при бурении горизонтальных стволов в продуктивном пласте.**

**1.8. Роль и значение текущей информации при бурении горизонтальных стволов.** Системы геолого-технологического контроля. Источники первичных данных; их анализ и комплексирование при выработке управленческих решений.

**1.9. Освоение горизонтальных скважин.**

**1.10. Технико-экономические показатели бурения ГС.**

**2. Геофизические методы исследования горизонтальных** **скважин**

**2.1. Инклинометрические измерения.** Кабельные инклинометры. Классификация инклинометров на каротажном кабеле.Забойные телеметрические системы. Задачи, решаемые с помощью инклинометрии в ГС. Бескабельныеинклинометры.

**2.2. Классификация беспроводных каналов связи**. Электромагнитный, акустический каналы связи. Каналы связи с положительными и отрицательными импульсами давления,с сиреной, модулирующей импульсы  
давления. Типы забойных телеметрических систем, разработанных отечественными и зарубежными фирмами (MWD-системы). Технологические и геофизические параметры, регистрируемые с помощью этих систем.

**Каротаж в процессе бурения (LWD).** Приборы, используемые для проведения каротажа. Приборы,  
разработанные фирмами для каротажа в процессе бурения. Возможности совместного использования измерений  
MWD и LWD.

**Каротаж в реальном времени**. Преимущество каротажа в реальном времени. Современный опыт, каротажа в процессе бурения. Перспективы развития каротажа в ГС.

**Каротаж после бурения (LAD).** Технология ГИС в горизонтальных скважинах после бурения. Состояние и возможности ГТИ горизонтальных скважин. Особенности проведения ГТИ в ГС. Геолого-геофизическая информативность методов ГТИ. Интерпретация методов ГТИ ГС.

**2.3. Интерпретация данных геофизических исследований** **ГС.**

Интерпретация диаграмм электрического сопротивления, электропроводности и потенциалов собственной поляризации. Отличие моделей для оценки удельного электрического сопротивления в  
горизонтальных скважинах от вертикальных. Формы строения зон проникновения фильтрата бурового раствора, формирующиеся в разного типа пластах, вскрытых горизонтальными скважинами. Возможности идентификации этих форм по данным индукционного и бокового методов. Задачи, решаемые  
методами электрического сопротивления в горизонтальных скважинах. Перспективы развития методов сопротивления применительно к изучению ГС.

Интерпретация диаграмм радиоактивных методов. Комплекс радиоактивных методов изучения горизонтальных скважин при изучении литологического строения пород, выделении коллекторов и оценке их емкостных свойств.

Интерпретация диаграмм акустического метода. Особенности регистрации акустических сигналов,выделение полезного сигнала и интерпретация получаемых данных.

Интерпретация данных инклинометрии. Построение профиля горизонтальной скважины и ее горизонтальной проекции. Оперативным анализ шлама, выработка рекомендаций по дальнейшему бурению.

Комплексная интерпретация данных геофизических и геолого-технологических исследований горизонтальных скважин. Особенности методики временных замеров в условиях горизонтальных скважин.  
Литолого-фациальный анализ данных геофизических и геолого-технологических исследований горизонтальных скважин.

Выделение зон трещиноватости по данным комплекса методов пористости.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Геолого-технологические исследования скважин /А.М. Чекалин, А.С. Моисеенко, А.Ф. Шакиров и др. М :Недра, 1993.
2. Калинин А.Г., Григорян НА., Султаном Б. 3. Бурение наклонных скважин. Справочник. Под общей ред.проф. А.Г.Калинина. М.: Недра, 1990.
3. Калинин А.Г., Никитин Б.А. Повышение газонефтеотдачи продуктивного пласта при бурении горизонтальных и разветвленно-горизонтальных скважин. М.: ВНИИОЭНГ, 1995.
4. Лежанкин СИ., Рапин В.А. Особенности интерпретации результатов промыслово-геофизических исследований в горизонтальных скважинах. Геофизика, журнал Евро-Азиатского геофизического общества.
5. Лукьянов Э.Е. Состояние и перспективы развития геофизических исследований вгоризонтальных скважинах. /Научно-технический обзор, ч1. и ч.2., Тверь,1994.
6. Мельничук И.П. Бурение направленных и многоствольных скважин. М.: Недра, 1991.
7. Профили направленных скважин и компоновки низа бурильных колонн. / А.Г. Калинин, В.А.Никитин, К.М.Солодский и др. М.: Недра. 1995.
8. Рапин В.А. Информационно-измерительные системы контроля забойных параметров в процессе бурения. /Обзор информации. Сер. «Строительство скважин». ВНИИОЭНГ. М: 1989.