

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Клочков Юрий Борисович

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 11.04.2024 16:23:50

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d748001

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ГЕОФИЗИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ПГФ

_____ С.К. Туренко

« ____ » _____ 20_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина **«Электромагнитные и акустические исследования скважин»**

специальность **21.05.03 Технология геологической разведки**

специализация: **Геофизические методы исследования скважин**

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана для обучающихся по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализация Геофизические методы исследования скважин

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры Прикладной геофизики
Протокол № 12 «26» июня 2023 г.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является изучение теоретических и физических основ методов ГИС: - электрических (квазистационарного поля), электромагнитных и акустических, позволяющее грамотно и творчески применять эти методы и развивать их. Изучение физических и теоретических основ соответствующих физических полей включает решение основных задач распространения этих полей в средах, представляющих модели исследуемых объектов: от однородных сред до моделей разрезов скважин, пересекающих геофизические пласты, осложненные зонами проникновения, слоистостью и анизотропией и др. Оно также включает изучения законов физических явлений и процессов, происходящих в скважине и околоскважинном пространстве.

Задачами дисциплины являются:

- подготовка студентов к производственно-технологической деятельности с применением методов электромагнитных и акустических исследований скважин для решения задач, связанных с исследованиями скважин в нефтегазовой сфере;
- закрепление теоретического материала лекций на лабораторных занятиях, отработка навыков для последующего применения в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Электромагнитные и акустические исследования скважин» входит в состав формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин Б.1 учебного плана подготовки специалистов специализации «Геофизические методы исследования скважин».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание: современных методов геофизических исследований, теоретических и практических основ обработки полученных результатов, способы их анализа;

умение: обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлять результаты работы, обосновывать предложенные решения на высоком научно-техническом и профессиональном уровне;

владение: методами обработки, анализа геолого-геофизической информации на высоком научно-техническом и профессиональном уровне.

Изучение дисциплины «Электромагнитные и акустические исследования скважин» опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Петрофизика», «Геофизические исследования скважин», «Физика горных пород», на знании теоретических основ физических полей. Результаты освоения дисциплины могут быть использованы для изучения дисциплин «Интерпретация геофизических исследований скважин», «Комплексная интерпретация геофизических данных», «Геолого-геофизическое моделирование разрабатываемых залежей», «Геофизические методы контроля разработки месторождений углеводородов», Интерпретация данных исследования сложнопостроенных коллекторов, а так же для выполнения ВКР.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
--------------------------------	--	--

ПКС-2. Способен проводить геофизические исследования, обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	ПКС-2.4 обрабатывает полученные результаты, анализирует и осмысливает их с учетом имеющегося мирового опыта, представляет результаты работы, обосновывает предложенные решения на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	Знает (З1) физико-математические законы, которые лежат в основе электромагнитных и акустических методов исследований Умеет (У1) использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований Владеет (В1) методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномаштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа
ПКС-7 Способен систематизировать и внедрять безопасные методы ведения геологоразведочных работ	ПКС-7.1 оценивает риски при проведении скважинных геофизических работ электромагнитными и акустическими методами	Знает (З1) как определять качество и работоспособность скважинных приборов и оборудования. Умеет (У1) выполнять геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций Владеет (В1) навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации скважиной аппаратуры при выполнении каротажных исследований
ПКС-8 Способен применять знания при решении прямых и обратных (некорректных) задач геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	ПКС-8.1 решает прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	Знает (З1) перечень и виды электрических, электромагнитных и акустических методов. Умеет (У1) формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечением новейших технологических геофизических процессов Владеет (В1) фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач электротриии и акустики
	ПКС-8.2 использует методы анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации	Знает (З2) методы и средства анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, геохимической, литологической информации Умеет (У2) планировать и выполнять научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач Владеет (В2) методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, геохимической, петрофизической и литологической информации для целей ГИС.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, **144** часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс, семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.				Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Л.	Пр.	Лаб.	контроль		
очная	3/6	26	-	26	36	92	Экзамен, Курсовая работа

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины – очная (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС час.	Всего час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр	Лаб				
1	1	Введение. Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.	1		1	1	3	ПКС-2 (31 У1) ПКС-8 (31 У1 В1)	Вопросы к текущей аттестации
2	2	Основные электрические свойства и параметры ионопроводящих горных пород	1		1	2	4	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-8 (31 У1 В1)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
3	3	Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.	1		1	2	4	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-8 (32 У2 В2)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
4	4	Теоретические основы метода кажущегося сопротивления. Квазистационарное электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах.	2		2	2	6	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-8 (32 У2 В2)	Вопросы к текущей аттестации.
5	5	Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела	4		4	4	16	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-8 (32 У2 В2)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
6	6	Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ). Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела	4		4	4	16	ПКС-7 (31 У1 В1)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
7	7	Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия)	1		1	1	3	ПКС-7 (31 У1 В1)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
8	8	Основы методов электрического заземления.	2		2	2	6	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-7 (31 У1 В1) ПКС-8 (31,2 У1,2 В1,2)	Вопросы к текущей аттестации.
9	9	Теоретические и физические основы электромагнитных методов исследования скважин	4		4	4	16	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-7 (31 У1 В1)	Вопросы к текущей аттестации

								ПКС-8 (31,2 У1,2 В1,2)	
10	10	Теоретические и физические основы ядерного магнитного каротажа ЯМК.	2		2	2	6	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-7 (31 У1 В1) ПКС-8 (31,2 У1,2 В1,2)	Вопросы к текущей аттестации
11	11	Методы потенциалов собственной поляризации скважин (ПС) и вызванной поляризации (ВП).	2		2	2	6	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-7 (31 У1 В1) ПКС-8 (31,2 У1,2 В1,2)	Вопросы к текущей аттестации. Защита лабораторных работ
12	12	Акустический каротаж (АК).	2		2	3	7	ПКС-2 (31 У1 В1) ПКС-7 (31 У1 В1) ПКС-8 (31,2 У1,2 В1,2)	Вопросы к текущей аттестации
13	Курсовая работа					36	36	ПКС-2 ПКС-7 ПКС-8	Защита КР
14	Экзамен					36	36	ПКС-2 ПКС-7 ПКС-8	Вопросы к экзамену
Итого:			26	-	26	128	180		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Введение в дисциплину.

Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.

Место ГИС в информационном обеспечении поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и в их развитии. История развития теоретических основ и методов электрометрии и геоакустики, вклад отечественных ученых и специалистов. Место электрических, электромагнитных и акустических методов в комплексе ГИС и в информационном обеспечении геолого-разведочных работ и разработки месторождений нефти и газа.

Раздел 2. Основные электрические свойства и параметры ионопроводящих горных пород.

Основные электрические свойства пород: удельное электрическое сопротивление (УЭС) и проводимость (УЭП), виды проводимости, диэлектрическая и магнитная проницаемость, диффузионно-адсорбционная активность, вызванная электрохимическая активность; краткие характеристики их. Волновое число, токи проводимости и смещения. Удельное электрическое сопротивление (УЭС) ионопроводящих горных пород, активная и реактивная составляющие его; параметры УЭС горных пород. Взаимозависимость их с минеральным и компонентным составами пород.

Раздел 3. Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.

Система уравнений Максвелла. Дифференциальные уравнения, описывающие постоянные (квазистационарные) и электромагнитные поле; выражение в них токов проводимости и смещения.

Предельные (краевые) и граничные условия, которым удовлетворяют характеристики электрических полей. Понятия прямых и обратных геофизических задач геофизики.

Раздел 4. Теоретические основы метода кажущегося сопротивления.

Квазистационарное (постоянное) электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах. (Гальванические методы). Методы кажущегося электрического сопротивления. Физические основы измерения электрического (R) и удельного электрического сопротивления ($UЭС-r$). Схемы измерений, коэффициенты измерительных устройств (ячеек, зондов). Комплексное, активное и реактивное сопротивления. Принцип взаимности элементов зондов КС.

Электрическое поле в одной изотропной среде. Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля в однородной изотропной среде интегрированием дифференциального уравнения Лапласа. Понятие истинного и кажущегося сопротивлений. Обоснование расчетов коэффициентов градиент- и потенциал-зондов.

Электрическое поле в одной анизотропной среде. Решение уравнения Лапласа для задачи распределения потенциала и напряженности точечного источника квазистационарного электрического поля в однородной анизотропной среде. Вывод уравнений для КС идеальных градиент и потенциал-зондов в анизотропной среде. Понятие коэффициента анизотропии и среднего геометрического сопротивления пород. Парадокс анизотропии, обоснование его.

Раздел 5. Квазистационарное (постоянное) электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела.

Одна граница раздела. Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля методом зеркальных изображений (Томпсона). Обоснование расчетов кривых КС для идеальных потенциал- и градиент-зондов.

Две границы раздела. Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля методом зеркальных изображений (упрощенное). Обоснование расчетов кривых КС для идеальных потенциал- и градиент-зондов. Влияние угла пересечения скважины с поверхностью раздела.

Однородные среды с плоско-параллельными границам раздела. Обобщенное решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля интегрированием дифференциального уравнения.

Частное решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля для двух порознь однородных сред с плоской границей раздела. Влияние угла наклона «пласта» и анизотропии сред на форму кривых кажущегося сопротивления. Лапласа методом разделения переменных (Фурье).

Раздел 6. Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ). Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела, бесконечной тощины

Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела методом интегрирования дифференциального уравнения Лапласа с помощью метода Фурье (разделения переменных). Анализ конечного выражения.

Теоретические кривые бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ). Палетки бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ) для потенциал- и градиент-зондирования, назначение палеток. Принцип U – эквивалентности кривых бокового электрического зондирования. Методы моделирования электрических полей квазипостоянного тока в неоднородных средах методом конечных разностей, с помощью электроинтегратора и физических моделей.

Раздел 7. Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия) и БМК

Основы методов микрозондов, микроэлектрического бокового зондирования и резистивиметрии. Микроэкранированные зонды с кольцевыми и плоскими электродами - метод микробокового каротажа (БМК).

Раздел 8. Методы сопротивления электрического заземления (СЭЗ-БК).

Понятие сопротивления электрического заземления и способы его измерения в скважине. Основы теории метода бокового каротажа (БК) - сопротивления экранированного заземления, расчет кажущихся сопротивлений, измеряемых этими зондами, с использованием решений для обычных трехэлектродных зондов. Трехэлектродный экранированный зонд. Понятие геометрического фактора для приближенного расчета кривых БК.

Раздел 9. Теоретические основы электромагнитных методов исследования скважин (не гальванические, бесконтактные методы)

Понятия электромагнитных методов ГИС: индукционного каротажа (ИК), индукционно-го каротажного зондирования (ИКЗ), высокочастотного электромагнитного каротажа (ВЭМКЗ, ВИКИЗ), диэлектрических методов (ДК).

Основы теории ИК (упрощенная теория Доля). Пространственный геометрический фактор: элементарного кольца; тонкостенного цилиндра и слоя (дифференциальных пространственных геометрических факторов), цилиндра и пласта (интегральных геометрических факторов), их анализ для двух катушечного зонда. Понятие скин-эффекта и скин-слоя.

Принципы фокусировки зондов ИК. Обобщенное уравнение эффективной удельной электропроводности по данным ИК для модели пласта пересеченного скважиной. *Дополнить основы ИК по Мечетину.*

Основы теории электромагнитных методов исследования скважин: обоснование амплитуды напряженности магнитного поля и эдс вторичного поля в приемной катушке с учетом величины фазы сигналов: выражение для разности фаз эдс. Принцип изопараметриченности зондов ИК и его значение.

Физические основы диэлектрических методов. Диэлектрический индукционный каротаж (ДИК) по разности амплитуд вторичного поля; его частоты. Волновой диэлектрический каротаж (ВДК), по разности фаз вторичного поля. Минимизация влияния скважины - «фокусировка». *(по Денисову- рис.2).* Области применения диэлектрических методов и решаемые ими задачи и ограничения применения.

Раздел 10. Теоретические и физические основы ядерного магнитного каротажа ЯМК.

Физические и теоретические основы метода и зонда ЯМР. Принципиальные схемы измерений ЯМР в поле Земли и в сильном поле, Свободная прецессия, ларморовская частота, гиромангнитное отношение, времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Кривые спада сигнала свободной прецессии (ССП). Измерения временных составляющих СПП.

Конструкции зондов ЯМК. Связь сигналов ЯМК с петрофизическими характеристиками коллекторов, индекс свободного флюида (ИСФ). Кривые ЯМК их обработка и основы интерпретации. Геологическая информативность метода, характеристика эффективной пористости. область применения.

Метод магнитного каротажа в сильном магнитном поле (ЯМКТ - томографического). Регистрация спинового эха методом Карра-Парсела-Мейбиума-Гилля (CPMG). Регистрация спада сигнала спин-решеточной релаксации (T_2), их обработка и анализ. Геологическая информативность и основы интерпретации данных ЯМКТ.

Раздел 11. Методы потенциалов собственной поляризации скважин (ПС) и вызванной поляризации (ВП).

Физические основы метода ПС, диффузионно-адсорбционная и фильтрационная составляющие $\Delta U_{\text{пс}}$. Изменение потенциалов собственной поляризации в скважине, пересекающей пласты с различной электрохимической активностью при равенстве удельных сопротивлений пластов и бурового раствора.

Статическая амплитуда ПС в пластах различной толщины. Кривые ПС, их интерпретация, искажения ПС. Относительная амплитуда ПС - $\alpha_{\text{пс}}$. Область применения метода, решаемые задачи.

Физические основы метода ВП в ионопроводящих породах, и в однородной изотропной среде и системе скважина-пласт.

Физические основы потенциалов фильтрации в горных породах и особенности их в скважинах.

Раздел 12. Акустический каротаж (АК).

Физические и теоретические основы АК. Принципиальная схема измерения, конструкция зонда. Лучевое представление распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) по скважине. Интервальное время ($t_1, t_2, \Delta t$), амплитуда первого вступления и коэффициент затухания УЗК. Кривые АК ($\Delta t, \alpha$), влияние диаметра скважины, интерпретация кривых. Эталонирование приборов. Область применения, назначение и ограничения АК.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1.

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		ОФО	
1	1	1	Введение. Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.
2	2	1	Основные электрические свойства и параметры ионопроводящих горных пород.
3	3	1	Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.
4	4	2	Теоретические основы метода кажущегося сопротивления. Квазистационарное электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах.
5	5	4	Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела
6	6	4	Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ). Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела
7	7	1	Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия)
8	8	2	Основы методов электрического заземления (СЭЗ-БК).
9	9	4	Теоретические и физические основы электромагнитных методов исследования скважин
10	10	2	Теоретические и физические основы ядерного магнитного каротажа ЯМК.
11	11	2	Методы потенциалов собственной поляризации скважин (ПС) и вызванной поляризации (ВП).

12	12	2	Акустический каротаж (АК).
Итого:		26	

Практические работы - учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ № п/п	Номер раздела дисци- плины	Объем (час.) ОФО	Темы семинаров и лабораторных работ
1	2	4	3
1	1	1	Назначение геофизических методов исследований скважин (ГИС), основные направления ГИС. Зарождение и развитие методов ГИС
2	1	1	Знакомство с диаграммами ГИС. Составление таблицы выполненного комплекса ГИС по скважине
3	2	1	Характеристики электрических свойств ($\rho_{п}$, ϵ , $A_{да}$ и др) ионопроводящих горных пород
5	3-4	2	Расчет кривых КС в средах с одной плоской поверхностью раздела по данным метода зеркальных изображений.
6	5	4	Расчет и построение кривых КС для мощного пласта высокого сопротивления графическим методом.
7	6	3	Расчет значений изорезист для ПЗ, БК и ИК
8	6	1	Моделирование задач КС с помощью программы БКЗ-2D
9	7-8	2	Основы расчета $\rho_{эф}$ 7-электродного зонда БК.
10	9	4	Расчет пространственного геометрического фактора для 2-ух катушечного индукционного зонда.
11	10	2	Основы разложения кривой спада спин-решеточной релаксации ЯМР на составляющие (бины)
12	11	2	Расчет ЭДС ($E_{да,п}$, $E_{да,гл}$, E_s) для различных значений $K_{да}$, $K_{сп}$, $\rho_{ф}$ и $\rho_{в}$. Определение относительной амплитуды $\alpha_{пс}$. Интерпретация кривых метода ПС.
13	11	2	Расчет амплитуды потенциалов собственной поляризации $\Delta U_{сп}$ от толщины пласта при разных ЭДС на поверхностях раздела сред и построение кривых $\Delta U_{сп}$
14	12	1	Расчет и построение кривой интервального времени (АК).
ИТОГО		26	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисци- плины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО		
1	1	1	Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.	Устный опрос
2	2	2	Основные электрические свойства и параметры ионопроводящих горных пород.	Устный опрос

3	3	2	Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.	Устный опрос
4	4	2	Теоретические основы метода кажущегося сопротивления. Квазистационарное электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах.	Устный опрос
5	5	4	Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела	Устный опрос
6	6	4	Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ). Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела	Устный опрос
7	7	1	Основы методов электрического заземления.	Устный опрос
8	8	2	Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия) и МБК	Устный опрос
9	9	4	Теоретические и физические основы электромагнитных методов исследования скважин	Устный опрос
10	10	2	Теоретические и физические основы ядерного магнитного каротажа ЯМК.	Устный опрос
11	11	2	Методы потенциалов собственной поляризации скважин (ПС) и вызванной поляризации (ВП).	Устный опрос
12	12	3	Акустический каротаж (АК).	Устный опрос
13	1-12	36	Курсовая работа	Защита КР
Итого:		65		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: технология модульного обучения; информационно-коммуникационные технологии.

6. Тематика курсовых работ (проектов)

1. Электрические свойства горных пород: удельного электрического сопротивления (проводимости), диэлектрической проницаемости, естественной и вызванной электрохимической активности, магнитной проницаемости, зависимость их от условий измерения (температуры, давления, частоты) свойств пород и взаимосвязи этих свойств.
2. Основные уравнения электромагнитного поля; волновое число k , физический смысл его и коэффициентов поглощения « b » и фазового множителя « a »; токи проводимости и смещения.
3. Характеристика возможности моделирования методов кажущегося удельного электрического сопротивления с помощью: электроинтегратора, электролитической моделей скважины и электролитической моделей скважины ТИУ, расчет параметров сред модели.
4. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 1).
5. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 2).
6. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 3).
7. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 4)).

8. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 5).
9. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 6)
10. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 7).
11. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 8).
12. Теоретические основы метода конечных разностей; расчет кривых КС градиент-зондов с помощью программы БКЗ-2Д (вариант 9).
13. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям ρ_k/ρ_c градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистивный потенциал – зондов на палетку с шифром $D/d=8$; $\rho_{зп}/\rho_c = 10$.
14. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям ρ_k/ρ_c градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистивный потенциал – зондов на палетку с шифром $D/d=8$; $\rho_{зп}/\rho_c = 100$.
15. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям ρ_k/ρ_c градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистивный зонда ИМ на палетку с шифром $D/d=4$; $\rho_{зп}/\rho_c = 10$.
16. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям ρ_k/ρ_c градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистивный зонда ИМ на палетку с шифром $D/d=4$; $\rho_{зп}/\rho_c = 100$.
17. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям ρ_k/ρ_c градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистивный зонда БК на палетку с шифром $D/d=8$; $\rho_{зп}/\rho_c = 10$.
18. Теоретические и физические основы метода бокового каротажа (сопротивления экранированного заземления). Характеристика геометрического фактора БК и метода многозондового БК.
19. Теоретические и физические основы индукционного каротажа. Геометрические факторы тонкого проводящего цилиндрического слоя и цилиндра, тонкого плоского проводящего слоя и пласта; методики их расчета. (Дифференциальные и интегральные геометрические факторы: вертикальные и радиальные.)
20. Основы теории многокатушечных зондов ИК; принципы расчетов их характеристик. Сравнение прямых радиальных и вертикальных характеристик зонда 6Ф1 (по М.И. Плюснину) и двухкатушечного зонда (по Г.Г. Долою).
21. Физические и теоретические основы методов микрозондирования, возможности микробокового зондирования, технологии исследований.
22. Теоретические основы расчета потенциалов собственной поляризации на оси вертикальной скважины; расчет кривых ПС для пластов различной толщины ($h/dc=5, 10, 20$) при $\rho_f/\rho_b=20$ и $A_{д.п.}=0$, $A_{д.в.}=70$ мВ.
23. Теоретические и физические основы метода ядерного магнитного каротажа (ЯМК). Методы свободной прецессии и спинового эха.
24. Теоретические и физические основы томографического метода (ЯМТК) ядерного магнитного каротажа (в сильно магнитном поле)
25. Теоретические основы метода конечных разностей для решения задач электротриии скважин.

7. Контрольные работы - учебным планом не предусмотрены

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Виды контрольных мероприятий	Количество баллов
1	Устный опрос	0-21
2	Работа на лабораторных занятиях, защита	0-9
Итого за I аттестацию		0-30
5	Устный опрос	0-21
6	Работа на лабораторных занятиях, защита	0-9
Итого за II аттестацию		0-30
12	Устный опрос	0-28
13	Работа на лабораторных занятиях, защита	0-12
Итого за III аттестацию		0-40
ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;
- Поиск системы Internet: Яндекс, Гугл.
- Система поддержки учебного процесса Eduson.
- Программный комплекс «Дарси»

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

Microsoft Windows

Microsoft Office Professional Plus

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Электромагнитные и акустические исследования скважин	<p>Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации № 440, Оснащенность: Компьютер в комплекте - 1 шт., проектор Beng RB 7230 - 1 шт., аудиосистема 2:0 - 1 шт, экран настенный -1 шт., настенные учебные стенды – 10 шт., демонстрационные геофизические зонды -6 шт., учебная мебель: доска ученическая, столы, стулья. Учебно - наглядные пособия: раздаточный материал по дисциплине Обоснование подсчетных параметров по данным геофизических исследований скважин</p>	625000, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Володарского, 56
		<p>Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные работы) № 422 Оснащенность: Компьютер в комплекте (с двумя мониторами, клавиатура, мышь) -11 шт., учебная мебель: столы, кресла, столы компьютерные, стулья.</p>	625000, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Володарского, 56
		<p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) № 1119 Оснащенность: Учебные столы, стулья. Доска меловая. Компьютер в комплекте -5 шт.</p>	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 70

11. Методические указания по организации СРС

11.1 Методические указания к проведению лабораторных работ.

Проведение лабораторных работ – часть учебного процесса, в течение которого обучающиеся вырабатывают навыки решения задач в области геофизических исследований скважин. В лабораторных работах обучающиеся решают комплекс взаимосвязанных вопросов, что позволяет им лучше усвоить наиболее трудные и важные разделы учебной программы. Выполнение лабораторных работ расширяет технический кругозор обучающихся, причает их творчески мыс-

лить, самостоятельно решать организационные, технические и экономические вопросы, пользоваться учебной и технической литературой, совершенствовать расчетную подготовку.

При выполнении лабораторных работ каждому обучающемуся преподаватель выдает индивидуальное задание и исходные данные, разъясняет задачи и содержание лабораторных работ, знакомит с требованиями, предъявляемыми к лабораторным работам и их оформлению, устанавливает последовательность их выполнения, рекомендует литературу, проводит консультации – занятия.

Лабораторные работы, обучающиеся начинают выполнять параллельно с изучением теоретической части дисциплины. Выполнение лабораторных работ предполагает широкое использование специальной методической и справочной литературы, рекомендуемой преподавателем при выдаче индивидуальных заданий и в ходе проведения лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются каждым обучающимся в соответствии с индивидуальным заданием и посвящены вопросам геофизических исследований скважин.

Индивидуальность лабораторных работ каждого обучающегося заключается в решении задач геофизических исследований скважинах электромагнитными и акустическими методами.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

К средствам обеспечения СР относятся учебники, учебные пособия и методические руководства, учебно-программные комплексы, система поддержки учебного процесса EDUCON и т.д.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка обучающегося; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы являются:

- уровень освоения обучающимися учебного материала;
- умения обучающегося использовать теоретические знания при выполнении творческих заданий;
- сформированность соответствующих компетенций;
- обоснованность и четкость изложения ответов;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина **Электромагнитные и акустические исследования скважин**

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация: Геофизические методы исследования скважин

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2. Способен проводить геофизические исследования, обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	ПКС-2.4 обрабатывает полученные результаты, анализирует и осмысливает их с учетом имеющегося мирового опыта, представляет результаты работы, обосновывает предложенные решения на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	Знает (З1) физико-математические законы, которые лежат в основе радиометрических и ГИС исследований	не знает физико-математические законы, которые лежат в основе радиометрических и ГИС исследований	слабо знает физико-математические законы, которые лежат в основе радиометрических и ГИС исследованиях	знает физико-математические законы, которые лежат в основе радиометрических и ГИС исследованиях	отлично знает физико-математические законы, которые лежат в основе радиометрических и ГИС исследованиях
		Умеет (У1) использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований	не умеет использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований	слабо умеет использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований	умеет использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований	профессионально умеет использовать требования по обеспечению кондиционных исследований с обоснованием рационального комплекса методов, детальности исследований
		Владеет (В1) методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномасштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа	не владеет методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномасштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа	слабо владеет методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномасштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа	владеет методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномасштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа	профессионально владеет методами и технологиями, способными выявить разнообразные и разномасштабные физические неоднородности (аномалии), сопутствующие месторождениям нефти и газа

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-7 Способен систематизировать и внедрять безопасные методы ведения геологоразведочных работ	ПКС-7.1 оценивает риски при проведении скважинных геофизических работ	1 Знает (З1) как определять качество и работоспособность скважинной аппаратуры и оборудования	не определяет качество и работоспособность скважинной аппаратуры и оборудования	слабо определяет качество и работоспособность скважинной аппаратуры и оборудования	определяет качество и работоспособность скважинной аппаратуры и оборудования	профессионально определяет качество и работоспособность скважинной аппаратуры и оборудования
		Умеет (У1) выполнять геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций	не выполняет геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций	слабо выполняет геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций	выполняет геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций	профессионально выполняет геофизические исследования скважин с помощью современных каротажных станций работ
		Владеет (В1) навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации ГИС аппаратуры при выполнении каротажных исследований	не обладает навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации ГИС аппаратуры при выполнении каротажных исследований	слабо обладает навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации ГИС аппаратуры при выполнении каротажных исследований	обладает навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации ГИС аппаратуры при выполнении каротажных исследований	обладает профессиональными навыками поверки, калибровки, настройки и эксплуатации ГИС аппаратуры при выполнении каротажных исследований
ПКС-8 Способен применять знания при решении прямых и обратных (некорректных) задач геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам	ПКС-8.1 решает прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам	Знает (З1) перечень и методов ГИС и аппаратуры	не знает перечень методов ГИС и аппаратуры	слабо знает перечень и методов ГИС и аппаратуры	знает перечень и методов ГИС и аппаратуры	отлично знает перечень и методов ГИС и аппаратуры
		Умеет (У1) формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечений новейших технологических геофизических процессов	не умеет формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечений новейших технологических геофизических процессов	в основном умеет формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечений новейших технологических геофизических процессов	умеет формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечений новейших технологических геофизических процессов	профессионально умеет формулировать научные задачи и выбирать наиболее эффективные методы их решения с привлечений новейших технологических геофизических процессов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	создания новейших технологических геофизических процессов	Владеет (В1) фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач ГИС	Не владеет фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач ГИС	Слабо владеет фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач ГИС	владеет фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач ГИС	Профессионально владеет фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам для решения прямых и обратных (некорректных) задач ГИС
	ПКС-8.2 использует методы анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, геохимической, литологической информации	Знает (З2) методы и средства анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации	не использует методы и средства анализа геофизических данных, включая построение каротажных диаграмм, моделей полей и геолого-геофизических разрезов	слабо использует методы и средства анализа геофизических данных, включая построение каротажных диаграмм, моделей полей и геолого-геофизических разрезов	использует методы и средства анализа геофизических данных, включая построение каротажных диаграмм, моделей полей и геолого-геофизических разрезов	профессионально использует методы и средства анализа геофизических данных, включая построение каротажных диаграмм, моделей полей и геолого-геофизических разрезов
		Умеет (У2) планировать и выполнять научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач	не планирует и выполняет научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач	слабо планирует и выполняет научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач	планирует и выполняет научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач	профессионально планирует и выполняет научные исследования, контролируя средствами проверки правильности и корректности решения технических и геолого-геофизических задач

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеет (В2) методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации для целей ГИС	не владеет методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, геохимической, литологической информации для целей ГИС	слабо владеет методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации для целей ГИС	планирует и владеет методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации для целей ГИС	профессионально владеет методами и средствами анализа, обобщения, оценки и комплексирования геологической, геофизической, петрофизической и литологической информации для целей ГИС

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина **Электромагнитные и акустические исследования скважин**

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация: Геофизические методы исследования скважин

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Стрельченко, Валентин Вадимович. Геофизические исследования скважин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 130202 "Геофизические методы исследования скважин" направления подготовки дипломированных специалистов 130200 "Технологии геологической разведки" / В. В. Стрельченко ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. - М. : Недра, 2008. - 551 с. : ил. - (Приоритетные национальные проекты "Образование"). - Библиогр.: с. 541. http://elib.gubkin.ru/content/13497	2+ЭР	20	100	+
2	Добрынин, Валерий Макарович. Петрофизика (Физика горных пород) [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" и "Геофизические методы исследования скважин" направления подготовки дипломированных специалистов "Технологии геологической разведки" / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников. - М. : "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с	75	20	100	-
3	Сковородников, Игорь Григорьевич. Геофизические исследования скважин. Курс лекций [Текст] : учебное пособие по дисциплине "Геофизические исследования скважин" для студентов вузов, обучающихся по направлению 650200 "Технологии геологической разведки" / И. Г. Сковородников ; УГГУ, Институт геологии и геофизики. - 2-е изд., испр. - Екатеринбург : УГГУ, 2005. - 294 с.	29	25	100	-