


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 08.05.2024 10:23:22  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e665c5d8058549a2538d7400d1

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:  
 Председатель СПС  
/ Курников А.Р./  
« 08 » 05 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплина Электромагнитные и акустические исследования скважин  
направление 21.05.03 Технология геологической разведки  
специализация: Геофизические методы исследования скважин  
квалификация горный инженер-геофизик (специалист)  
программа специалитет  
форма обучения очная  
курс 3 / - / -  
семестр 6 / - / -

Аудиторные занятия 68 / - / - час., в т.ч.

Лекции – 34 / - / - час.

Практические занятия – *не предусмотрены*

Лабораторные занятия – 34 / - / - час.

Самостоятельная работа – 76 час./-

Курсовая работа – 6 семестр

Расчётно-графическая работа – *не предусмотрена*

Контрольная работа – *не предусмотрена*

Занятия в интерактивной форме – 14 час

Вид промежуточной аттестации:

Экзамен – 6 семестр / - / -

Общая трудоемкость 144 час. (4 зач. ед.)

При разработке программы в основу положен Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 21.05.03 «Технология геологической разведки» (квалификация «горный инженер-геофизик»), утвержденного приказом № 1300 Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Прикладной геофизики

Протокол № 1

«31» августа 2018 г.

Заведующий кафедрой «Прикладная геофизика»

 С.К. Туренко

Рабочую программу разработал:  
канд. геол-минерал. наук,  
доцент кафедры «Прикладная геофизика»

 В. Г. Мамяшев

**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:**  
Председатель СПС  
\_\_\_\_\_ / Курчиков А.Р./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплина **Электромагнитные и акустические исследования скважин**  
направление **21.05.03 Технология геологической разведки**  
специализация: **Геофизические методы исследования скважин**  
квалификация **горный инженер-геофизик (специалист)**  
программа **специалитет**  
форма обучения **очная**  
курс **3 / - / -**  
семестр **6 / - / -**

**Аудиторные занятия 68 / - / - час., в т.ч.**

Лекции – 34 / - / - час.

Практические занятия – *не предусмотрены*

Лабораторные занятия – 34 / - / - час.

**Самостоятельная работа – 76 час./-**

Курсовая работа – 6 семестр

Расчётно-графическая работа – *не предусмотрена*

Контрольная работа – *не предусмотрена*

Занятия в интерактивной форме – 14 час

**Вид промежуточной аттестации:**

Экзамен – 6 семестр / - / -

**Общая трудоемкость 144 час. (4 зач. ед.)**

При разработке программы в основу положен Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 21.05.03 «Технология геологической разведки» (квалификация «горный инженер-геофизик»), утвержденного приказом № 1300 Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Прикладной геофизики

Протокол № 1

«31» \_августа\_ 2018 г.

Заведующий кафедрой «Прикладная геофизика»

\_\_\_\_\_ С.К. Туренко

**Рабочую программу разработал:**

канд. геол-минерал. наук,  
доцент кафедры «Прикладная геофизика»

\_\_\_\_\_ В. Г. Мамяшев

## **Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью дисциплины «Электромагнитные и акустические исследования скважин» 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 ознакомление студентов:

- с физическими и теоретическими основами методов электротометрии и геоакустики скважин, методикой и результатами решения прямых задач геофизических исследований (ГИС) этими методами;
- с закономерностями распространения исследуемых физических полей в системе скважина-пласт;
- с зависимостью показаний методов рассматриваемых методов ГИС от петрофизических характеристик горных пород;
- с геологической и петрофизической информативностью рассматриваемых методов ГИС и основами их интерпретации.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Электромагнитные и акустические исследования скважин» входит в состав базовой (обязательной) части (Б.1 Б.26) учебного плана подготовки специалистов специализации «Геофизические методы исследования скважин».

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.

### **Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Номер /индекс компетенций	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны <sup>1)</sup>		
		знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	личностные возможности и ограничения, профессиональные функции в области ГИС,	объективно оценивать уровень своей квалификации, иметь мотивацию к формированию своего профессионального статуса и необходимость его повышения	основами социальной ориентации в современной общественной формации
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	возможности, цели, методы и средства повышения	использовать свои возможности в реальных жизненных	методами и навыками саморазвития и повышения про-

		своего социально-го статуса	ситуациях	фессиональной квалификации
ОПК-4	способность организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в т.ч. в сфере проведения научных исследований	современный уровень организации труда	применять достижения научных исследований в своей деятельности, выбирать готовый и разрабатывать новый алгоритм решения поставленных задач	навыками организации труда на научной основе, навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
ОПК-5	понимание значимости своей будущей специальности, ответственным отношением к своей трудовой деятельности	сущность и значение своей профессии в развитии общества	использовать мотивацию к выполнению профессиональной деятельности	профессиональными знаниями
ОПК-6	самостоятельное принятие решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами	профессиональные компетенции: информационно-технологические, проектно-конструкторские, организационно-управленческие, научно-исследовательские, правовые и маркетинговые	принимать решения в рамках указанных компетенций	междисциплинарными знаниями в областях близких геологии, математике, физике, информатики и др.
ПК-1	умение и наличие профессиональной потребности отслеживать тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки, проявлением профессионального интереса к развитию смежных областей	сущность и значение своей профессии в развитии общества, тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки	использовать мотивацию к выполнению профессиональной деятельности в соответствии с новыми тенденциями и направлениями развития эффективных технологий геологической разведки	знаниями в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, информационными технологиями
ПК-2	умение на всех стадиях геологической разведки (планирование, проектирование, экспертная оценка, производство, управление) выявлять производ-	организацию процессов технологии геологоразведки	применять приобретенные знания в практической инженерно-управленческой деятельности предприятия	навыками анализа и приема оптимальных решений для обеспечения эффективности деятельности предприятия <sup>1)</sup>

	ственные процессы и отдельные операции, первоочередное совершенствование технологии которых обеспечивает максимальную эффективность деятельности предприятия			
ПК-3	умение разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических	основы разработки и управления технологическими процессами	разрабатывать и корректировать технологические процессы в зависимости от поставленных геологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях.	навыками профессиональной деятельности и управления технологическими процессами
ПК-5	выполнение разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности	нормативные документы и требования к проектно-сметной документации	составлять разделы в проектах геологической разведки в соответствии с современными требованиями	навыками выполнения разделов в проектах на проведение геологоразведочных и других геофизических работ в соответствии с требованиями

1	2	3	4	5
ПК-7	способность разрабатывать производственные проекты для проведения геологоразведочных работ	нормативные документы и требования к проектно-сметной документации	составлять проекты геологоразведочных работ, проводить расчеты стоимостей работ и трудозатрат	основными принципами организации геологоразведочных работ
ПК-8	прогнозирование потребностей в высоких технологиях для более профессионального составления технических проектов на геологическую разведку	современные технологии составления технических проектов на проведение геологической разведки, виды, способы и технологии ведения геологоразведочных работ	прогнозировать и использовать современные технологии для проектирования геологоразведочных работ	современными высокотехнологичными методами и технологиями проектирования
ПК-9				

ПК-15				
ПК-17				
ПК-22				
ПСК-2.2	уметь применять знания о современных методах геофизических исследований.	физические характеристики геофизических полей и основы их теории, современные методы геофизических исследований, современные методы геофизических исследований	применять знания о современных методах геофизических исследований, выбирать оптимальный комплекс исследований	современными методами и методами геофизических исследований в различных геолого-геофизических условиях
ПСК-2.3	планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты.	современные научные достижения в технологии геологической разведки и геофизических исследований в целом	планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты	навыками планирования и проведения геофизических исследований и оценки их результатов
ПСК-2.4	умение профессионально эксплуатировать современное геофизическое оборудование, оргтехнику и средства измерения.	технические, метрологические и эксплуатационные характеристики геофизического оборудования, средств измерений и оргтехники	эксплуатировать геофизическое оборудование, средства измерения, оргтехнику	навыками эксплуатации геофизического оборудования, оргтехники и средств измерения
ПСК-2.5	умение разрабатывать комплексы геофизических исследований и методики их применения в зависимости от изменяющихся геолого-технических условий и поставленных задач изучения разрезов скважин и контроля разработки.	комплексы геофизических исследований и методики их применения, технические задания на разработку	разрабатывать комплексы геофизических исследований и методики их применения в зависимости от изменяющихся геолого-технических условий и поставленных задач изучения разрезов скважин и контроля разработки	навыками составления технических заданий, способами оценки технологичности геологической разведки, способами контроля за проведением геофизических работ и их качеством



ПСК-2.6	умение выполнять проверку, калибровку, настройку и эксплуатацию геофизической техники в различных геолого-технических условиях.	аппаратуру и технику, применяемую в геофизике технические и методические характеристики, правила и методы наладки, настройки и эксплуатации приборов и систем для решения задач ГИС	выполнять проверку калибровку, настройку и эксплуатацию геофизической аппаратуры и техники в различных геолого-технических условиях	техническими и программными средствами для выполнения проверки калибровки, настройки и эксплуатации геофизической техники в различных геолого-технических условиях, умением вести необходимую документацию

**Содержание дисциплины**  
**Содержание разделов и тем дисциплины**

*Таблица 2*

№ №	Наименования разделов дисциплины	Содержание раздела дисциплины
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 электротриии и геоакустики, вклад отечественных ученых и специалистов. Место электрических, электромагнитных и акустических методов в комплексе ГИС и в информационном обеспечении геологоразведочных работ и разработки месторождений нефти и газа.
2.	Основные электрические свойства и петрофизические параметры пород.	Основные электрические свойства пород: удельное электрическое сопротивление (УЭС) и проводимость (УЭП), виды проводимости, диэлектрическая и магнитная проницаемость, диффузионно-адсорбционная активность, вызванная электрохимическая активность и краткая характеристика 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 от минерального и компонентного составов пород.
3.	Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.	Понятия прямых и обратных геофизических задач геофизики. Система уравнений Максвелла. Дифференциальные уравнения, описывающие постоянные (квазистационарные) и электромагнитные поле; выражение в них токов проводимости и смещения. Предельные и граничные условия, которым удовлетворяют характеристики электрических полей.
4.	<b>Теоретические основы метода кажущегося сопротивления</b>	Методы кажущегося электрического сопротивления. Физические основы измерения электрического (R) и удельного электрического сопротивления (УЭС). Схемы измерений, коэффици-

	<p><b>тивления.</b> Квазистационарное (постоянное) электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах.</p>	<p>циенты измерительных устройств (ячеек, зондов). Комплексное, активное и реактивное сопротивления. Принцип взаимности элементов зондов КС.</p> <p>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. Принцип взаимности.</p> <p>Электрическое поле в одной анизотропной среде. Парадокс анизотропии. 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, среднего геометрического сопротивления и обоснование парадокса анизотропии.</p>
5.	<p>Квазистационарное (постоянное) электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела</p>	<p>Одна граница раздела. Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля методом зеркальных отображений (Томпсона). Обоснование расчетов кривых КС для идеальных потенциал- и градиент-зондов.</p> <p>Две границы раздела. Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля методом зеркальных отображений (Томпсона). Обоснование расчетов кривых КС для идеальных потенциал- и градиент-зондов. Влияние угла пересечения скважины с поверхностью раздела.</p> <p>Однородные среды с плоско-параллельными границам раздела. Общее решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля интегрированием дифференциального уравнения Лапласа.</p> <p>Частные решения задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля: а) для одной границы раздела; б) для двух границ раздела. Влияние наклона и анизотропии на форму кривых кажущегося сопротивления.</p>
6.	<p><b>Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ).</b> Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела</p>	<p>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.</p> <p>Теоретические кривые бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ). Палетки бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ) для потенциал- и градиент-зондирования, назначение палеток. Принцип <math>U</math> – эквивалентности кривых бокового электрического зондирования. Методы моделирования электрических полей квазипостоянного тока в неоднородных средах методом конечных разностей и с помощью электроинтегратора.</p>

7.	Методы сопротивления электрического заземления СЭЗ)	Понятие сопротивления электрического заземления и способов 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.
8.	Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия) и МБК	Методы сопротивлений с прижимными электродными установками. Основы методов микрозондов, микроэлектрического бокового зондирования и резистивиметрии. Микроэкранированные зонды с кольцевыми и плоскими электродами - метод микробокового каротажа (МБК).
9.	<b>Теоретические основы электромагнитных методов исследования скважин</b>	<p>Понятия электромагнитных методов ГИС: индукционного каротажа (ИК), индукционного каротажного зондирования (ИКЗ), высокочастотного электромагнитного каротажа (ВЭМКЗ, ВИКИЗ), диэлектрических методов (ДК).</p> <p>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.</p> <p>Принципы фокусировки зондов ИК. Понятие скин-эффекта и скин-слоя. Обобщенное уравнение эффективной удельной электропроводности по данным ИК для модели пласта пересеченной скважиной.</p> <p>Основы теории электромагнитных методов исследования скважин. Метод высокочастотного индукционного изопараметрического каротажного зондирования (ВИКИЗ). Принцип изопараметричности и его значение для реализации метода. Технологическая схема аппаратуры ВИКИЗ и её работы. Особенности кривых ВИКИЗ.</p> <p>Диэлектрический индукционный каротаж (ДИК). Физические основы диэлектрических методов.</p> <p>Волновой диэлектрический каротаж (ВДК). Области применения диэлектрических методов и решаемые ими задачи и ограничения применения.</p>
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.



	следований скважин												
5.	Аппаратура ГИС	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Геолого-технологические исследования нефтегазовых скважин	+	+	+									
7.	Специальные методы ГИС	+	+	+				+	+	+	+	+	
8.	Современные технологии в нефтегазовой геофизике	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+

*Разделы (модули) и темы дисциплин и виды занятий*

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц., час.	Практ. зан. (лаб. раб.), час.	СРС, час.	Всего, час.	Из них в интерактивной форме обучения, час.
1	Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.	1/-/-	1/-/-	2	4	-
2	Основные электрические свойства и петрофизические параметры пород.	2/-/-	2/-/-	4	8	1
3	Основные понятия и уравнения электромагнитного поля.	1/-/-	1/-/-	4	6	1
4	<b>Теоретические основы метода кажущегося сопротивления.</b> Квазистационарное электрическое поле в однородной изотропной и анизотропной средах.	3/-/-	3/-/-	6	12	2
5	Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с плоско-параллельными границам раздела	5/-/-	5/-/-	11	21	1
6	<b>Теоретические основы метода (БЭЗ-БКЗ).</b> Квазистационарное электрическое поле в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела	5/-/-	5/-/-	11	21	2
7	<b>Основы методов электрического заземления.</b>	2,5/-/-	2,5/-/-	5	10	1
8	Микроэлектрические методы КС (МКЗ, резистивиметрия) и МБК	1/-/-	1/-/-	2	4	1
9	<b>Теоретические и физические основы электромагнитных методов исследования скважин</b>	5,5/-/-	5,5/-/-	12	23	2

10	Теоретические и физические основы ядерного магнитного каротажа ЯМК.	2/-/-	2/-/-	5	9	1
11	Методы потенциалов собственной поляризации скважин (ПС) и вызванной поляризации (ВП).	2,5/-/-	2,5/-/-	5	10	1
12	Акустический каротаж (АК).	3,5/-/-	3,5	9	16	2
Всего по курсу:		34	34	76	144	14

**Перечень тем лекционных занятий**

*Таблица 5*

№ раз-дела	№ те-мы	Наименование лекции	Трудо-ем-кость (час.)	Форми-руемые компе-тенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1	1	Цели и задачи дисциплины, связь её со смежными дисциплинами.	1/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8, 9,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4, 2.5,2.6	лекция-диалог
2	2	Основные электрические свойства и петрофизические параметры пород.	2/-/-		лекция-диалог
3	3	Понятия прямых и обратных геофизических задач геофизики. Система уравнений Максвелла. Предельные и граничные условия для характеристики электрических полей.	1/-/-		лекция-визуализация
4	4	Физические основы метода кажущегося электрического сопротивления.	0,5/-/-		лекция-визуализация
	5	Электрическое поле в однородной изотропной среде. Принцип взаимности.	1/-/-		лекция-визуализация
	6	Электрическое поле в однородной анизотропной среде. Парадокс анизотропии.	1,5/-/-		лекция-визуализация
5	7	Электрическое поле в порознь однородных и изотропных средах, разделенных плоской поверхностью раздела, решение задачи методом зеркальных изображений (Томпсона).	2/-/-		лекция-визуализация
	8	Электрическое поле в порознь однородных и изотропных средах, разделенных двумя плоскими поверхностями раздела, решение задачи методом зеркальных изображений (Томпсона).	1/-/-		лекция-визуализация
	9	Электрическое поле в порознь однородных и изотропных средах, разделенных плоско-параллельными поверхностями раздела. Общее решение задачи интегрированием дифференциального уравнения Лапласа.	1/-/-		лекция-визуализация

	10	Частные решения задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля для одной и двух плоско-параллельных поверхностей раздела	1/-/-		лекция- визуализация
6	11	<b>Основы метода (БЭЗ-БКЗ).</b> Решение задачи распределения потенциала и напряженности электрического поля в порознь однородных средах с коаксиально-цилиндрическими поверхностями раздела	2/-/-		лекция- визуализация
	12	Анализ конечного выражения. Теоретические кривые бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ). Палетки бокового электрического зондирования (БЭЗ-БКЗ) U-эквивалентность кривых бокового электрического зондирования.	2/-/-		лекция- визуализация
	13	Методы моделирования электрических полей квазипостоянного тока в неоднородных средах методом конечных разностей и с помощью электроинтегратора	1/-/-		лекция- визуализация
7	14	Физические основы методов сопротивления электрического заземления. и способов его измерения в скважине. Основы теории метода бокового каротажа (БК). Понятие геометрического фактора для приближенного расчета кривых БК.	2,5/-/-		лекция- визуализация
8	15	Основы методов микрозондов, микроэлектрического бокового зондирования и резистивиметрии. Микроэкранированные зонды с кольцевыми и плоскими электродами - метод микробокового каротажа (МБК).	1/-/-		лекция- визуализация
9	16	<b>Электромагнитные методы исследования скважин.</b> 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.	2/-/-		лекция- визуализация
	17	Принципы фокусировки зондов ИК. Понятие скин-эффекта и скин-слоя.	1/-/-	ОК- 3,7, ОПК-	лекция- визуализация

		Обобщенное уравнение эффективной удельной электропроводности по данным ИК для модели пласта пересеченного скважиной.		4,56, ПК-1,2,3,5,7,8, 9,15,22 ПСК-	
	18	Основы теории метода высокочастотного индукционного изопараметрического каротажного зондирования (ВИКИЗ).	1,5/-/-	2.2,2.3,2.4, 2.5,2.6	лекция-визуализация
	19	Физические основы диэлектрических методов; диэлектрический индукционный каротаж (ДИК), волновой диэлектрический каротаж (ВДК).	1,0/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8, 9,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4, 2.5,2.6	лекция-визуализация
10	20	Физические и теоретические основы метода и зонда ЯМР.	2/-/-		лекция-визуализация
11	20	Теоретические основы метода ПС, решение задачи распределения потенциалов собственной поляризации в скважине, пересекающей пласты с различной электрохимической активностью при равенстве удельных сопротивлений пластов и бурового раствора.	2/-/-		лекция-визуализация
	21	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.	0,5/-/-		лекция-визуализация
12	22	Физические и теоретические основы АК.	1,5/-/-		лекция-визуализация
	23	Волновой акустический каротаж (ВАК).	2/-/-	лекция-визуализация	
Всего по курсу:			34/-/-		

**Перечень лабораторных работ**

Таблица 6

№ п/п	№ темы	Темы семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	6	7
1	1,2	Назначение геофизических методов исследований скважин (ГИС), основные направления ГИС. Зарождение и развитие методов ГИС	1/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2.5,2.6	Семинар
2	3	Знакомство с диаграммами ГИС. Составление таблицы выполненного комплекса ГИС по скважине	2/-/-		Семинар
3	4	Характеристики электрических свойств ( $\rho_n$ , $\epsilon$ , Ада и др) ионопроводящих горных пород	2/-/-		Семинар



5	7	Расчет кривых КС в средах с одной плоской поверхностью раздела методом зеркальных изображений.	3/-/-		Лабораторная работа № 1
6, 7	8-10	Расчет и построение кривых КС для мощного пласта высокого сопротивления графическим методом.	4/-/-		Лабораторная работа № 2
8	11 12	Расчет значений изорезист методов БК и ИК	1	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 3
9	11-13	Моделирование задач КС с помощью программы БКЗ-2D	2	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 4
10	14	Расчет кривых $\rho_{эф}$ 7-электродного зонда БК для одной плоскопараллельной границы раздела.	4/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 5
11	16, 17	Расчет пространственного геометрического фактора для 2-ух катушечного индукционного зонда.	4/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 6
12	19	Основы разложения кривой спада спин-решеточной релаксации ЯМР на составляющие (бины)	1	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 7
13	20	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.	3/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа 8
14	21	Расчет амплитуды потенциалов собственной поляризации $\Delta U_{сп}$ от толщины пласта при разных ЭДС на поверхностях раздела сред и построение кривых $\Delta U_{сп}$	4/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа 9
15	22	Расчет и построение кривой интервального времени (АК).	3/-/-	ОК- 3,7, ОПК- 4,56, ПК- 1,2,3,5,7,8,9 ,15,22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2 .5,2.6	Лабораторная работа № 10
Всего часов			34		

## Лабораторные работы

(выполняются на основании разработанных методических указаний, см. карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой)

№№	Вид	Наименование
1	Лабораторная работа 1.	Расчет кривых КС в средах с одной плоской поверхностью раздела методом зеркальных изображений.
2	Лабораторная работа 2	Расчет и построение кривых КС для мощного пласта высокого сопротивления графическим методом.
3	Лабораторная работа 3.	Расчет значений изорезист методов БК и ИК
4	Лабораторная работа 4.	Моделирование задач КС с помощью программы БКЗ-2D
5	Лабораторная работа 5.	Расчет кривых $\rho_{эф}$ 7-ми электродного зонда БК для одной плоскопараллельной границы раздела.
6	Лабораторная работа 6.	Расчет пространственного геометрического фактора для 2-ух катушечного индукционного зонда.
7	Лабораторная работа 7.	Основы разложения кривой спада спин-решеточной релаксации ЯМР на составляющие (бины)
8	Лабораторная работа 8	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.
9	Лабораторная работа 9.	Расчет амплитуды потенциалов собственной поляризации $\Delta U_{сп}$ от толщины пласта при разных ЭДС на поверхностях раздела сред и построение кривых $\Delta U_{сп}$
10	Лабораторная работа 10.	Расчет и построение кривой интервального времени (АК).

### Перечень тем для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы	Наименование темы	Трудоемкость (час.)	Виды контроля	Формируемые компетенции
1	1-31	Подготовка к аттестациям	32	Аттестации	ОК- 3,7, ОПК- 4,5,6, ПК- 1,2,3,5,7,8,9,15, 22 ПСК- 2.2,2.3,2.4,2.5,2.6
2	1-31	Подготовка к лабораторным работам	32,8	Проверка и защита лабораторных работ	
4	1-31	Индивидуальные консультации студентов в течение семестра	2,8	-	
5	1-31	Консультации в группе перед экзаменом	4,4	-	
Всего часов:			72		

### Тематика курсовых проектов (работ)

Студенты в рамках теории электромагнитных и акустических методов выполняют курсовую работу, целью которой является закрепление теоретических знаний и приобретение навыков расчета электрических и электромагнитных полей в скважинах с различными геохимическими условиями. Предлагаются следующие темы курсовых работ. Срок представления их на проверку: конец 15-ой учебной недели; защита публичная.

1. Экспериментальное моделирование распределения электрического потенциала с помощью двумерных моделей сред с разным УЭС для случаев: 1) однородной изотропной среды; 2) однородных сред с плоской границей раздела; 3) модели пласта.
2. Экспериментальное моделирование распределения электрического потенциала с помощью двумерных моделей сред с разным УЭС для скважины при наличии сред: 1) однородной изотропной среды; 2) однородных сред с плоской границей раздела; 3) модели пласта.
3. Характеристика электрических свойств (удельного электрического сопротивления, электрохимической активности, диэлектрической и магнитной проницаемости, поляризуемости) горных пород, взаимосвязи свойств.
4. Понятия кажущегося и эффективного удельных электрических сопротивлений разреза скважин, физические основы их регистрации, влияние скважинных условий и измерительной установки на  $\rho_k$  и  $\rho_{эф}$ .
5. Основные уравнения электромагнитного поля; волновое число  $k$  и физический смысл его, в т.ч. включая физические смыслы: коэффициента поглощения « $b$ » и фазового множителя « $a$ », токов проводимости и смещения.
6. Характеристика возможности моделирования методов кажущегося удельного электрического сопротивления с помощью электролитической модели разреза скважины, разработанной на кафедре ПГ ТюмГНГУ.
7. Характеристика возможности моделирования методов кажущегося удельного электрического сопротивления с помощью электролитической модели разреза скважины, разработанной на кафедре ПГ ТюмГНГУ.
8. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи последовательным идеальным градиент – зондом в случае горизонтальных пластов при  $L=1$ ,  $h/L > 10$  и  $\rho_{п}/\rho_{вм}$  равном 3, 15 и 40 (при отсутствии скважины).
9. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи обращенным идеальным градиент – зондом в случае горизонтальных пластов при  $L=1$ ,  $h/L > 10$  и  $\rho_{п}/\rho_{вм}$  равном 4, 18 и 30 (при отсутствии скважины).
10. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи обращенным идеальным потенциал – зондом в случае горизонтальных пластов при  $L=1$ ,  $h/L > 10$  и  $\rho_{п}/\rho_{вм}$  равном 3, 15 и 30 (при отсутствии скважины).
11. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи обращенным идеальным потенциал – зондом при  $L=1$ ,  $h/L > 10$  и  $\rho_{п}/\rho_{вм}$  равном 50. в случае наклонных пластов и при углах встречи скважины и пласта  $\beta = 90, 60$  и  $30$  градусов, (при отсутствии скважины).
12. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи последовательным потенциал – зондом при  $L=1$ ,  $h/L > 10$  и  $\rho_{п}/\rho_{вм}$  равном 50. в случае наклонных пластов и при углах встречи скважины и пласта  $\beta = 90, 60$  и  $30$  градусов, (при отсутствии скважины)..
13. Обосновать распределение электрического потенциала на оси фиктивной скважины ( $Z$ ), пересекающей три порознь однородные изотропные среды с УЭС: 1)  $\rho_1= 5$ ,  $\rho_2=50$  и  $\rho_3= 10$  Омм, 2)  $\rho_1=2$ ,  $\rho_2=25$  и  $\rho_3=5$  Омм, при толщине второй среды 8 м. Привести графики  $U=f(z)$

14. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи последовательным идеальным градиент – зондом в проводящей скважине, пересекающей непроводящий пласт при следующих условиях:  $\rho_c=1$  Ом·м,  $h/L= 5$  и  $10$  м, при  $L=1$  м.
15. Теоретические основы метода БКЗ, расчетов и построения палеток БКЗ.
16. Выполнить расчет теоретических кривых кажущегося сопротивления ( $\rho_k$ ) для записи последовательным идеальным потенциал – зондом в проводящей скважине, пересекающей непроводящий пласт при следующих условиях:  $\rho_c=1$  Ом·м,  $h/L= 5$  и  $10$  м, при  $L=1$  м. (281-282)
17. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям  $\rho_k/\rho_c$  градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистиву потенциал – зондов на палетку с шифром  $D/d=4$ ;  $\rho_{зп}/\rho_c=10$ .
18. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям  $\rho_k/\rho_c$  градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистиву зонда ИМ на палетку с шифром  $D/d=8$ ;  $\rho_{зп}/\rho_c=10$ .
19. Теоретические основы построения изорезистивных (по отношению к значениям  $\rho_k/\rho_c$  градиент – зондов) кривых методов эффективного и кажущегося сопротивления. Рассчитать и нанести изорезистиву зонда БК на палетку с шифром  $D/d=8$ ;  $\rho_{зп}/\rho_c=10$ .
20. Физические и теоретические основы метода БК; расчет кривых эффективного сопротивления для пласта с зоной повышающего проникновения (условия расчетов выбираются студентом).
21. Приближенная теория индукционного каротажа по Г. Доло. 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.)
22. 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. Доло).
23. Появление и развитие метода микрозондирования (физические и теоретические предпосылки), характеристика типов зондов и технологии исследований.
24. и их предельные значения в геофизических условиях нефтегазоносных месторождений Западной Сибири.
25. Теоретические основы расчета потенциалов собственной поляризации на оси вертикальной скважины; расчет кривых ПС для пластов различной толщины ( $h/dc=5, 10, 20$ ) при  $\rho_{ф}/\rho_{в}=20$  и Ада.пласта=0, Ада.вм.=70 мВ.
26. Теоретические основы расчета потенциалов собственной поляризации на оси вертикальной скважины при влиянии фильтрационных потенциалов; расчет кривых ПС для пласта толщиной  $h/dc=20$ , при  $A_{ф}=-20$  мВ,  $\rho_{ф}/\rho_{в}=20$  и Ада.пласта=0, Ада.вм.=70 мВ.
27. Теоретические основы расчета потенциалов вызванной поляризации и кривых метода ВП (параметры расчета выбираются студентом).
28. Теоретические и физические основы методов электрического сканирования стенок скважин (от наклонометрии до электрических сканеров типа FMI и секционированного БК)
29. Теоретические и физические основы метода ядерного магнитного каротажа (ЯМК). Методы свободной прецессии и спинового эха.
30. Теоретические и физические основы томографического метода (ЯМТК) ядерного магнитного каротажа (в сильно магнитном поле)
31. Теоретические и физические основы акустических методов (АК. ВАК, кросс-дипольного).

32. Обзор применения метода конечных разностей для решения задач электротометрии.

Срок представления курсовых работ на проверку: конец 17-ой учебной недели; защита публичная.

**Оценка результатов освоения учебной дисциплины  
Распределение баллов по дисциплине**

Таблица 9

	Текущий контроль			Промежуточная аттестация обучающихся (экзаменационная сессия)
	Очная форма обучения и заочная с применением дистанционных технологий	1-я текущая аттестация <b>0-20 баллов</b>	2-я текущая аттестация <b>0-25 баллов</b>	
<b>100 баллов</b>			проводится <b>0-100 баллов</b> (для обучающихся, набравших менее <b>61 балла</b> по результатам текущего контроля, при этом баллы, набранные в течение учебного семестра аннулируются)	
Заочная форма обучения	-			проводится <b>0-100 баллов</b>

**Рейтинговая система оценки  
по дисциплине «**Геофизические исследования скважин**»  
для студентов 3 курса направления 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
на **5** семестр**

Максимальное количество баллов за каждую текущую аттестацию

Таблица 10

1 срок предоставления результатов текущего контроля	2 срок предоставления результатов текущего контроля	3 срок предоставления результатов текущего контроля	Итого
0-22	0-23	0-55*	0-100

\* - включая оценку (30 баллов) выполнения лабораторных работ

Таблица 11

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
1	Текущая аттестация	0-22	1-6
ИТОГО за первую текущую аттестацию		<b>0-22</b>	<b>1-6</b>
2	Текущая аттестация	0-23	7-12
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		<b>0-23</b>	<b>7-12</b>
3	Текущая аттестация	0-25	13-18

4	Защита лабораторных работ	0-30	1-18
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	<b>55</b>	1-18
	ВСЕГО	<b>100</b>	
5	Курсовая работа	<b>100</b>	17

***Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы***

1. Полнотекстовая база данных eLibrary.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tsogu.ru/lib>
2. Система поддержки дистанционного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://educon.tsogu.ru:8081/login/index.php>
3. Internet, стандартные, реализуемые в MSOffice.

***Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Таблица 12

Перечень оборудования, необходимого для успешного освоения образовательной программы		
Наименование	Количество	Значение
Персональный компьютер	25	Проведение лабораторных занятий, использование ПК при выполнении заданий
Средства мультимедиа (проектор, экран, ноутбук)	1	Проведение лекционных занятий, сообщения с применением презентаций, защита индивидуальных работ

### Карта обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная дисциплина **Электромагнитные и акустические методы исследования скважин**

Форма обучения:

Кафедра **Прикладная геофизика**

очная:

3 курс

6 семестр

Код, направление подготовки/специальность **21.05.03 Технология геологической разведки**

#### I. Фактическая обеспеченность дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная, учебно-методическая литература по рабочей программе	Название учебной и учебно-методической литературы, автор, издательство, год	Год издания	Вид издания	Вид занятий	Код-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие эл. варианта в электронной библиотечной системе ТИУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основная	<b>Стрельченко, Валентин Вадимович.</b> 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. <a href="http://elib.gubkin.ru/content/13497">http://elib.gubkin.ru/content/13497</a>	2008	У	Л, ПР	2+ЭР*	25	100	БИК	+
Дополнительная	<b>Савиных, Юрий Александрович.</b> Использование технологического звука для управления параметрами режима бурения и повышения производительности добывающих скважин [Текст : Электронный ресурс] / Ю. А. Савиных, Х. Н. Музилов, П. В. Овчинников. - Тюмень : Вектор Бук, 2008. - 164 с.- Режим доступа: <a href="http://elb.tyuiu.ru/wp-content/uploads/umk2/158133/158133.doc">http://elb.tyuiu.ru/wp-content/uploads/umk2/158133/158133.doc</a>	2008		Л,Лаб.С	10+ЭР*	25	100	БИК	ПБД
	<b>Савиных, Юрий Александрович.</b> Повышение эффективности турбинного бурения на основе акустической информации [Текст] : научное издание / Ю. А. Савиных, Г. А. Хмара ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. - 112 с.	2008		Л,Лаб.С	14+ЭР*	25	100	БИК	ПБД

	<p><b>Дворецкий, Петр Иванович.</b>          Электромагнитные и гидродинамические методы при освоении нефтегазовых месторождений [Текст] = Electromagnetic and hydrodynamic techniques to the probing and performance of oil/gas reservoirs / П. И. Дворецкий, И. Г. Ярмахов. - М. : Недра, 1998. - 319 с. : граф., рис. - Библиогр.: с. 311 (120 назв.).</p>	1998		Л.Лаб.С	10	25	100	БИК	-
	<p><b>Золотова, Галина Михайловна.</b>          Интерпретация результатов геофизических исследований скважин [Текст] = Interpretation of well logging results : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 130503 "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений направления подготовки дипломированных специалистов 130500 "Нефтегазовое дело" / Г. М. Золотова, Л. П. Петров, М. С. Хохлова. - М. : МАКС Пресс, 2009. - 178 с</p> <p><b>Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин [Текст] : справочник / под ред. В. М. Добрынина. - М. : Недра, 1988. - 480 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 463 (118 назв.). - Предм. указ.: с. 470.</b></p>	2009		Л.Лаб.С	10	25	100	БИК	-
	<p><b>Дахнов, Владимир Николаевич.</b>          Электрические и магнитные методы исследования скважин (основы теории) [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / В. Н. Дахнов. - Москва : Недра, 1967. - 390 с. - Библиогр.: с. 384.</p>	1967	У	Л.Лаб.	24	25	100	БИК	-
	<p><b>Итенберг, Семен Самуилович.</b>          Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / С. С. Итенберг. - М. : Недра, 1972. - 312 с. : табл., рис. : 25 см. - Библиогр.: с. 308-309 (34 назв.).</p>	1972	УП	Л.Лаб.	21	25	100	БИК	-
	<p><b>Резванов, Рашид Ахмаевич.</b>          Радиоактивные и другие неэлектрические методы исследования скважин [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / Р. А. Резванов. - М. : Недра, 1982. - 368 с.</p>	1982	У	Л.Лаб.	60	25	100	БИК	-

Зав. кафедрой С. К. Туренко 2018г

Директор БИК Д. Х. Кыюкова

*Сотисовна* *Али* *И. И. Шамшиев*



