


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры геофизики
протокол № 5 от 15 января 2021 г.

Зав. кафедрой  / Валиуллин Р.А.

Согласовано:
Председатель УМК физико-технического
института

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Петрофизика





Обязательная часть

программа специалитета

Направление подготовки (специальность)
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Геофизические методы исследования скважин

Квалификация
Горный инженер-геофизик. Горный инженер-буровик

Разработчики (составители)	
<u>Доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент</u>	 / <u>Яруллин Р.К.</u>
<u>Доцент, канд. техн. наук</u>	 / <u>Яруллин А.Р.</u>
<u>Старший преподаватель</u>	 / <u>Гаязов М.С.</u>
<u>Ассистент</u>	 / <u>Космылин Д.В.</u>

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составители: Яруллин Р.К., Яруллин А.Р., Гаязов М.С., Космылин Д.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры геофизики протокол от 15 января 2021 г. № 5.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № 13 от 15 июня 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ / Валиуллин Р.А./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры геофизики, протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Исследование	ОПК-13. Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ИОПК-13.1. Знает: основные положения физики горных пород и руд; генетические типы месторождений полезных ископаемых	Знать: классификацию горных пород по литологии, особенности взаимодействия с физическими полями, петрофизические связи, методы получения петрофизических параметров горных пород.
		ИОПК-13.2. Умеет: изучать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	Уметь: проводить измерение основных петрофизических параметров ГП в лабораторных условиях, определять фильтрационные, емкостные и реологические характеристики горных пород.
		ИОПК-13.3. Владеет: способностью анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	Владеть: правилами анализа петрофизических параметров ГП по результатам измерения в скважинных условиях геофизическими методами.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Петрофизика» относится к обязательной части учебного плана по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализация «Геофизические методы исследования скважин».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре студентами очной формы обучения, на 3 курсе во 2 сессии студентами заочной формы обучения.

Цель дисциплины: подготовить студентов к лабораторной работе по исследованию петрофизических параметров горных пород, а именно: уметь определять фильтрационные, емкостные и реологические характеристики горных пород на основе знаний, полученных в ходе изучения общей физики. Дать представление о месте и назначении петрофизики в системе знаний при подготовке специалистов геофизиков. Сформировать у студентов базовый багаж

знаний по петрофизическим связям, методам получения петрофизических параметров горных пород в скважинных и лабораторных условиях, основным петрофизическим моделям и техническим средствам, используемым при исследованиях.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Общая физика», «Математика». Для проведения лабораторных исследований требуются навыки владения измерительными приборами, полученными при изучении дисциплины «Механика».

Изучение данной дисциплины необходимо для успешного изучения дисциплин: «Геофизические методы исследования скважин», «Аппаратура ГИС и датчики физических полей» и написания выпускной квалификационной работы.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ОПК-13:**

- способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИОПК-13.1. Знает: основные положения физики горных пород и руд; генетические типы месторождений полезных ископаемых	Знать: классификацию горных пород по литологии, особенности взаимодействия с физическими полями, петрофизические связи, методы получения петрофизических параметров горных пород.	Полное незнание или фрагментарные знания результатов обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает неуверенное знание результатов обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает знание результатов обучения по дисциплине, допускает незначительные ошибки в ответах	Показывает уверенное знание результатов обучения по дисциплине
ИОПК-13.2. Умеет: изучать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы	Уметь: проводить измерение основных петрофизических параметров ГП в лабораторных условиях,	Показывает полное неумение или фрагментарное умение выполнять результаты обучения по	Показывает неуверенное умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает существенные	Показывает умение выполнять результаты обучения по дисциплине, допускает незначительные ошибки	Показывает уверенное умение выполнять результаты обучения по дисциплине

месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	определять фильтрационные, емкостные и реологические характеристик и горных пород.	дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	ошибки		
ИОПК-13.3. Владеет: способностью анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	Владеть: правилами анализа петрофизических параметров ГП по результатам измерения в скважинных условиях геофизическим и методами.	Показывает не владение или фрагментарное владение результатами обучения по дисциплине, допускает грубые ошибки в ответах	Показывает неуверенное владение результатами обучения по дисциплине, допускает существенные ошибки	Показывает владение результатами обучения по дисциплине, допускает незначительные ошибки	Показывает уверенное владение результатами обучения по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10 баллов) и за итоговой контроль (экзамен) – максимум 30 баллов.

Шкала перевода баллов рейтинга в пятибалльную шкалу итоговой оценки по дисциплине:

- от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»
- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 до 110 баллов – «отлично».

Критериями оценивания для заочной формы обучения являются совокупные результаты текущего и итогового контроля. Оценочные средства текущего и итогового контроля оцениваются по пятибалльной шкале.

Шкалы оценивания:

«Отлично» - письменная контрольная работа, тест, защита лабораторных работ, выполнены на оценку «4» и выше, экзамен сдан на оценку «5».

«Хорошо» - письменная контрольная работа, тест, защита лабораторных работ, выполнены на оценку «4» и выше, экзамен сдан на оценку «4».

«Удовлетворительно» - письменная контрольная работа, тест, защита лабораторных работ, выполнены на оценку «3» и выше, экзамен сдан на оценку «3».

«Не удовлетворительно» - письменная контрольная работа, тест, защита лабораторных работ, выполнены на оценку «3» и ниже, экзамен сдан на оценку «2»

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ИОПК-13.1. Знает: основные положения физики горных пород и руд; генетические типы месторождений полезных ископаемых</p>	<p>Знать: классификацию горных пород по литологии, особенности взаимодействия с физическими полями, петрофизические связи, методы получения петрофизических параметров горных пород.</p>	<p>Тестовый контроль, письменная контрольная работа</p>
<p>ИОПК-13.2. Умеет: изучать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы</p>	<p>Уметь: проводить измерение основных петрофизических параметров ГП в лабораторных условиях, определять фильтрационные, емкостные и реологические характеристики горных пород.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторных работ</p>
<p>ИОПК-13.3. Владеет: способностью анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы</p>	<p>Владеть: правилами анализа петрофизических параметров ГП по результатам измерения в скважинных условиях геофизическими методами.</p>	<p>Тестовый контроль, выполнение и защита лабораторных работ</p>

Рейтинг-план дисциплины

Петрофизика

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

Курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Тестовый контроль	10	1	5	10
2. Защита лабораторных работ	5	2	5	10
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	5	1	2,5	5
2. Защита лабораторных работ	5	2	5	10
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Тестовый контроль	10	1	5	10
2. Защита лабораторных работ	5	2	5	10
Рубежный контроль				
1. Письменная контрольная работа	5	1	2,5	5
2. Защита лабораторных работ	5	2	5	10
Поощрительные баллы				
1. Выполнение лабораторной работы повышенной сложности	5	1	0	5
2. Выступление на научной конференции по сопряженной тематикой	5	1	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен	30	1	15	30

Защита лабораторных работ

Описание лабораторных работ

Лабораторные работы заключаются в исследовании физических параметров горных пород. По результатам выполнения лабораторных работ составляется письменный отчет. Всего 6 лабораторных работ из которых необходимо выполнить минимум 4, лабораторные работы №1 и №2 являются обязательными к выполнению.

Темы лабораторных работ

1. Исследование емкостных параметров горных пород методом гидростатического взвешивания.
2. Исследование теплофизических параметров горных пород методом сравнения с мерой.
3. Исследование электрических параметров горных пород в зависимости от минерализации порового флюида.
4. Исследование скорости распространения упругих волн в горной породе.
5. Исследование фильтрационных свойств горных пород в режиме однофазной фильтрации.
6. Исследование вязкости пластовых флюидов с применением вискозиметра.

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ и СКЕЛЕТНОЙ ПЛОТНОСТИ, ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ

Приборы, оборудование, материалы.

- Аналитические электронные весы.
- Сушильный шкаф.
- Рабочая жидкость (вода).
- Бумажная (текстильная) салфетка.
- стакан с рабочей жидкостью и подставка для стакана.
- Тонкая медная проволочка.

Порядок проведения работы

- Подготовленный образец горной породы высушивают в сухожаровом шкафу при $T = 110-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы m_c .
- Насыщают образец рабочей жидкостью в десикаторе. Продолжительность насыщения образца от 10 мин до 1 часа (2-3 цикла вакуумирования) и более до достижения постоянной массы. Периодически контролируют массу образца до стабилизации.
- Определяют массу насыщенного рабочей жидкостью образца на воздухе и в жидкости $m'_{п.ж}$. Для этого образец проволочкой прикрепляют к коромыслу весов и опускают в стакан с рабочей жидкостью, установленный на подставке. При выполнении этой операции необходимо следить, чтобы образец не касался стенок и дна стакана и был полностью погружен в жидкость. Определяют массу проволочки $m_{пр}$. Поверхность образца аккуратно вытирают салфеткой для удаления свободной жидкости с поверхности образца и взвешивают его. Полученная масса $m_{п.ж}$ соответствует массе насыщенного рабочей жидкостью образца.
- Рассчитывают значение коэффициента объемной плотности насыщенного образца.
- Рассчитывают значение коэффициента открытой пористости.
- Рассчитывают значение коэффициента скелетной плотности образца.
- Рассчитывают погрешность измерения параметров.

Критерии оценивания выполнения и защиты лабораторных работ (в баллах):

– **9-10 баллов** выставляется, если защищающиеся студенты владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; достаточно полно отвечают на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к выполнению данной работы; отчет оформлен грамотно, результаты расчетов и проект технического решения обоснованы и проанализированы. Предложено альтернативное решение на случай получения неудовлетворительного результата по основной схеме.

• **7-8 баллов** выставляется, если защищающиеся студенты владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; отвечают на контрольные вопросы с небольшими ошибками, приведенные в методических указаниях к выполнению данной работы; отчет оформлен грамотно, результаты расчетов и проект технического решения обоснованы и проанализированы. Не смогли предложить альтернативное решение на случай получения неудовлетворительного результата по основной схеме.

• **5-6 баллов** выставляется, если защищающиеся студенты плохо владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и не демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; не отвечают на контрольные вопросы с небольшими ошибками, приведенные в методических указаниях к выполнению данной работы; отчет

оформлен грамотно, результаты расчетов и проект технического решения верные, но не проанализированы. Не смогли предложить альтернативное решение на случай получения неудовлетворительного результата по основной схеме.

- **3-4 балла** выставляется, если защищающиеся студенты плохо владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и не демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; не отвечают на контрольные вопросы с небольшими ошибками, приведенные в методических указаниях к выполнению данной работы; отчет оформлен с некоторыми неточностями в вычислениях, но ход выполнения лабораторной работы верный. Не смогли предложить альтернативное решение на случай получения неудовлетворительного результата по основной схеме.

- **1-2 балла** выставляется, если защищающиеся студенты не владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и не демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; не отвечают на контрольные вопросы с небольшими ошибками, приведенные в методических указаниях к выполнению данной работы; отчет оформлен не верно, ход выполнения лабораторной работы верный, но регистрируемые данные не проанализированы. Не смогли предложить альтернативное решение на случай получения неудовлетворительного результата по основной схеме.

- **0 баллов** выставляется студенту, если отсутствует на лабораторной работе или не составил отчет.

Окончательная защита комплекса выполненных лабораторных работ проводится с учетом комплексной обработки полученных результатов по отдельным исследованиям и корреляционных зависимостей.

Набранные баллы по трем лабораторным работам затем суммируются.

Критерии оценки лабораторных работ для студентов заочной формы обучения:

- **5 (отлично)** выставляется, если студенты владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; достаточно полно отвечают на контрольные вопросы и на дополнительные вопросы преподавателя. Последовательность выполнения лабораторной работы верная. Промежуточные результаты расчетов верные, проект технического решения обоснован и проанализирован. Выдано верное заключение по исследованию керна

- **4 (хорошо)** выставляется, если студенты владеют теоретическим материалом по теме лабораторной работы и демонстрируют понимание физической сути изучаемого явления; частично отвечают на контрольные вопросы и на дополнительные вопросы преподавателя. Последовательность выполнения лабораторной работы верная. Промежуточные результаты расчетов имеют незначительную неточность, проект технического решения обоснован и проанализирован. Выдано верное заключение по исследованию керна.

- **3 (удовлетворительно)** выставляется, если студенты плохо владеют теоретическим материалом по теме лабораторной и не могут продемонстрировать понимание физической сути изучаемого явления; частично отвечают на контрольные вопросы и на дополнительные вопросы преподавателя. Последовательность выполнения лабораторной работы не верная. Промежуточные результаты расчетов имеют незначительную неточность, проект технического решения обоснован и проанализирован. Выдано частично верное заключение по исследованию керна

- **2 (не удовлетворительно)** выставляется, если студенты не владеют теоретическим материалом по теме лабораторного занятия и не могут продемонстрировать понимание физической сути изучаемого явления; частично отвечают на контрольные вопросы и не отвечают на дополнительные вопросы преподавателя. Последовательность выполнения лабораторной работы не верная. Промежуточные результаты расчетов имеют значительную неточность. Выдано не верное заключение по исследованию керна

Задания для тестирования

Описание теста:

Содержит задания для контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 50 минут, состоит из 10 заданий.

Пример вопросов теста:

1. Чем отличается эффективная пористость от динамической?
 - a. Эффективная пористость меньше динамической.
 - b. Эффективная пористость определяется только для песчаников
 - c. Эффективная пористость определяет объем пор, доступных для насыщения, динамическая – доступных для фильтрации
 - d. Эффективная и динамическая пористость эквивалентны, если отсутствует поток.
2. Как изменится пористость терригенной ГП при увеличении коэффициента глинистости?
 - a. Пористость ГП не зависит от глинистости
 - b. Пористость ГП незначительно увеличится
 - c. Пористость ГП уменьшится
 - d. Пористость ГП определяется только размером пор.
3. Какой механизм электропроводности преобладает в осадочных горных породах, насыщенных водой?
 - a. Ионная проводимость
 - b. Электронный
 - c. Электронно-дырочный
 - d. Проводимость отсутствует.
4.

Критерии оценки тестирования (в баллах):

Правильный ответ на любой вопрос теста оценивается в 1 балл. Все баллы суммируются. Неправильный ответ – 0 баллов.

Критерии оценки тестирования для студентов заочной формы обучения:

- **зачтено** – тестирование считается успешно пройденным, если студент верно ответил на 12 и более тестовых заданий.

- **не зачтено** – тестирование считается не пройденным, если студент верно ответил на 11 и менее тестовых заданий.

Задания для письменных контрольных работ

Описание письменных контрольных работ

Контрольная работа состоит из задачи и двух теоретических вопросов и одной задачи. Время выполнения – 90 минут.

Пример варианта письменной контрольной работы №1:

1. Оценить плотность горной породы, если коэффициент пористости равен 0.2, скелетная плотность равно 2.5 г/см^3 , а поровое пространство заполнено пресной водой?
2. Почему диэлектрическая проницаемость горных пород зависит от водосодержания?
3. Почему повышение минерализации воды в поровом пространстве приводит к увеличению электропроводности горной породы?

Критерии оценки письменной контрольной работы (в баллах):

- **5 баллов** выставляется, если студент если он дал полный, развернутый ответы на теоретические вопросы и правильно решил задачу.
- **3-4 балла** выставляется, если студент допустил ошибку в вычислениях, небольшую неточность в определениях или дал верный ответ без демонстрации хода своих действий, раскрыл в основном теоретические вопросы
- **1-2 балла** выставляется, если студент выдал не верный результат не указав ход своих действий, или если ход действий не верный, при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок

Критерии оценки письменной контрольной работы для студентов заочной формы обучения:

- **5 (отлично)** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий, правильно построил типовые диаграммы. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;
- **4 (хорошо)** выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий, правильно построил типовые диаграммы. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;
- **3 (удовлетворительно)** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Допущены ошибки при построении типовых диаграмм. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;
- **2 (не удовлетворительно)** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.
- **(оценка не выставляется)** выставляется студенту, если отсутствует на контрольной работе.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (первый вопрос – по модулю I, второй вопрос – по модулю II), на которые студент должен в течение 60 – 90 минут дать письменный развернутый ответ.

Пример вопросов экзамена:

1. Керновый материал как предмет изучения горных пород. Отбор и подготовка кернов к исследованию.
2. Слоистая модель электропроводности ГП. Электрическая анизотропия.
3. Представительность выборки кернового материала. Построение разреза по результатам исследования образцов керна.
4. Диэлектрическая проницаемость ГП. Механизм и виды поляризации ГП.
5.

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИЕО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра геофизики

Направление подготовки 21.05.03 Технология геологической разведки
Специализация «Геофизические методы исследования скважин»

Экзамен по дисциплине «Петрофизика»
20__ - 20__ учебный год

Экзаменационный билет №1

1. Керновый материал как предмет изучения горных пород. Отбор и подготовка кернов к исследованию.
2. Диэлектрическая проницаемость ГП. Механизм и виды поляризации ГП.

Заведующий кафедрой геофизики
д.т.н., профессор

Р.А. Валиуллин

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;
- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Критерии оценивания ответа на экзамене для студентов заочной формы обучения:

За ответы на вопросы билета выставляется:

- **5 (отлично)** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;
- **4 (хорошо)** выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;
- **3 (удовлетворительно)** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;
- **2 (не удовлетворительно)** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

- (оценка не выставляется) выставляется студенту, если отсутствует на экзамене.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Петрофизика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Башкирский государственный университет, ФТИ, Кафедра геофизики; сост. Р.К. Яруллин. — Уфа, 2013. — <URL: https://elib.bashedu.ru/dl/read/Jarullin_R_sost_Petrofizika_up_2013.pdf>.

2. Лабораторный практикум по курсу "Петрофизика" [Электронный ресурс]: методические рекомендации / Сост. Р.К. Яруллин. — Уфа, 2013. — Доступ возможен через Электронный читальный зал (ЭЧЗ). — <URL: <https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>>.

Дополнительная литература:

3. Датчики физических полей в геофизике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / БашГУ ; сост. Р. К. Яруллин. — Уфа: РИО БашГУ, 2010. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL: <https://elib.bashedu.ru/dl/read/YarullinDatchikFiz.Polei v GeofizikeUchPos.2010.pdf>>.

4. Промысловая геофизика: учебное пособие / Валиуллин Р.А., Кнеллер Л.Е. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – 150 с. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронный читальный зал (ЭЧЗ). — <URL: https://elib.bashedu.ru/dl/read/Valiullin_Kneller_Promyslovaja_geofizika_up_2015.pdf>.

5. Зеливянская, О.Е. Петрофизика : учебное пособие / О.Е. Зеливянская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 111 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457781> (22.03.2019).

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

А) Ресурсы Интернет

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. – Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства. Лань. – Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. – <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. – <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

5. <http://www.geofiziki.ru>

6. <http://geo.web.ru>

7. <http://www.geokniga.org>

Б) Программное обеспечение

1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно.

2. Microsoft Office Standard 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.

Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине, приведена в таблице:

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 221 (физмат корпус-учебное)</p>	<p>Аудитория № 221 1.Интерактивная доска SMART Board 680, диагональ 77"/195,6см (в комплекте ПО SMART Notebook) – 1шт. 2.Рабочая станция Aquarius Elit E50 S44 + LG L2000C [20" LCD] – 10шт. 3.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI. 4.Учебная специализированная мебель.</p>	<p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Гражданско-правовой договор № 104 от 17 июня 2013 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
<p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 214 (физмат корпус-учебное).</p>	<p>Аудитория № 216 1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт. 2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт. 3. Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p>	<p>2. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
<p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</p>	<p>Аудитория № 104 («Лаборатория петрофизики») 1.Прибор для измерения электрических свойств горных пород «Петроом» – 1шт. 2.Прибор для определения проницаемости образцов керна по газу «Дарсиметр» – 1шт. 3.Прибор для определения скорости прохождения упругих акустических волн «Ультразвук» – 1шт. 4.Прибор KD2 Pro для определения теплофизических свойств, Decagon Devices, – 1шт. 5.Шкаф сушильный Binder ED23 – 1шт. 6.Насос вакуумный MBHK 0,3*2 220В – 1шт. 7.Весы ВК-300 (300г, 0,005г) – 1шт. 8.Прибор Сокслета-05 КШ45/40 эк 500мл кол 1000мл – 1шт. 9.Счетчик газа DC-1C Shinagawa – 1шт. 10.Термометр двухканальный АТТ-2001 – 1шт. 11. Плазменная панель Hitachi P50A01A диагональ 50"(127см),16:9(1280*1024) 12. Учебная специализированная мебель.</p>	<p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>
<p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</p>	<p>Читальный зал №2 1.Учебная специализированная мебель. 2.Учебно-наглядные пособия. 3.Стенд по пожарной безопасности.</p>	
<p>5. помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №2 (физмат корпус-учебное), аудитория № 528а (физмат корпус-учебное).</p>		
<p>6.помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория № 605г (физмат корпус - учебное)</p>		

	<p>4.Моноблоки стационарные – 5 шт, 5.Принтер – 1 шт., сканер – 1 шт. Аудитория № 528а 1.Графическая станция DERO Race G535 SM/FX 6100 16GDDR – 10 шт 2. Доска магнитно-маркерная -1 шт. 3. Проектор ACER P1201B-1 шт. 4. Экран ScreenMedia Economy-1 шт. 5. Стол компьютерный 1000*500*750-1 шт. 6. Учебная специализированная мебель. Аудитория № 605г («Лаборатория по техническому обеспечению учебного процесса») 1.Станок токарный ТВ-16; 2.Станок сверлильный НС-Ш; 3.Осциллограф С1-67; 4.Паяльная аппаратура; 5.Весы аналитические Labof; 6.Весы лабораторные; 7.Шкаф с набором вспомогательного материала (резисторов, конденсаторов, предохранителей и т.д) 8.Набор инструментов для ремонта оборудования.</p>	
--	---	--

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Петрофизика на 6 семестр
Форма обучения очная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49.2
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	40.8
Учебных часов на подготовку к экзамену	54

Форма(ы) контроля:
Экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль 1. Физические поля							
1.	Основные цели и задачи курса. Методика изучения и использования различных физических полей и петрофизических параметров для решения геофизических задач в скважинной геофизике. Основные понятия и определения: Плотность, пористость. Зависимость плотности от вещественного состава пород, от температуры, давления. Гравитационное поле Земли, аномалии силы тяжести.	1		6	4	Измерение объема, плотности и пористости образцов керна	Тестирование Защита лаб. работы
2.	Электрические поля в горных породах: электропроводность, диэлектрическая проницаемость. Виды проводимости горных пород, зависимость от структуры и состава горной породы. Зависимость диэлектрической проводимости ГП от минерального состава, плотности, пористости	1		6	4	Способы измерения электр. параметров	Защита лаб. работы
3.	Магнитные поля в горных породах. Магнитная индукция. Магнитная восприимчивость, намагниченность. Механизм намагничивания. Диа – пара – и ферромагнетики в горных породах. Остаточная намагниченность горных пород. Палеомагнетизм.	2			4	Диа-пара и ферро-магнетики	Письменная контрольная работа
4.	Тепловые поля в горных породах. Механизмы теплопередачи в горных породах. Теплоемкость, теплопроводность и Температуропроводность горных пород. Глубинный тепловой поток. Теплогенерация в недрах. Физика теплопереноса в горных породах. Характерные значения тепловых параметров некоторых горных пород. Исследование теплофизических характеристик горных пород. Связь теплофизических с другими петрофизическими параметрами и зависимость от Т.	2		6	4	Измерение ТФХ материалов	Защита лаб. работы Тестирование
5.	Упругие волны в горной породе. Продольные и поперечные волны. Модули упругости, коэффициенты Пуассона. Влияние состава, структуры породы, температуры и давления на упругие свойства горных пород.	2		4	4.3	Механизм распространения упругих волн в гетерогенных средах	Защита лаб. работы

6.	Радиационные поля в горных породах. Основные понятия и определения. Виды излучения – виды радиоактивности: Взаимодействие γ квантов с горной породой. Естественная радиоактивность горных пород. Определение возраста геологических образований.	2			4	Взаимодействие иониз. излуч. с веществом	
7.	Нейтронные поля в горной породе. Физика взаимодействия нейтронов с горной породой. Сечение рассеяния и захвата. Время замедления. Время жизни. Коэффициент диффузии. Длина свободного пробега нейтронов в ГП. Связь с пористостью и поровым заполнением.	2		4	6	Взаимод. нейтронов с веществом	Письменная контрольная работа
Модуль 2. Практическое исследование физических полей							
8.	Фильтрация флюидов в горной породе. Проницаемость. Закон Дарси. Коэффициент проницаемости. Фазовые коэффициенты проницаемости. Скорость фильтрации. Динамическая вязкость. Зависимость проницаемости от пористости, размера пор, гранулометрического состава. Классификация по пористости.	2		6	6	Физика вязкостного трения	Защита лаб. работы Тестирование
9.	Комплексирование методов изучения петрофизических параметров. Необходимые связи между измеряемыми геофизическими параметрами: Общие требования к петрофизической информации Комплексирование петрофизических методов при изучении недр Земли. Неоднозначность решения обратных задач.	2			4.5	Методы ГИС при изучении разреза	Письменная контрольная работа
	Всего часов:	16		32	40.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Петрофизика на 3 курс 2 сессия
Форма обучения заочная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	13.2
лекций	4
практических/ семинарских	
лабораторных	8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	121.8
Учебных часов на подготовку к экзамену	9

Форма(ы) контроля:

Экзамен 3 курс 2 сессия

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль 1. Физические поля							
1.	Основные цели и задачи курса. Методика изучения и использования различных физических полей и петрофизических параметров для решения геофизических задач в скважинной геофизике. Основные понятия и определения: Плотность, пористость. Зависимость плотности от вещественного состава пород, от температуры, давления. Гравитационное поле Земли, аномалии силы тяжести.	1		1	12	Измерение объема, плотности и пористости образцов керна	Тестирование Защита лаб. работы
2.	Электрические поля в горных породах: электропроводность, диэлектрическая проницаемость. Виды проводимости горных пород, зависимость от структуры и состава горной породы. Зависимость диэлектрической проводимости ГП от минерального состава, плотности, пористости	1		1	12	Способы измерения электр. параметров	Защита лаб. работы
3.	Магнитные поля в горных породах. Магнитная индукция. Магнитная восприимчивость, намагниченность. Механизм намагничивания. Диа – пара – и ферромагнетики в горных породах. Остаточная намагниченность горных пород. Палеомагнетизм.			1	12	Диа-пара и ферро-магнетики	Письменная контрольная работа
4.	Тепловые поля в горных породах. Механизмы теплопередачи в горных породах. Теплоемкость, теплопроводность и Температуропроводность горных пород. Глубинный тепловой поток. Теплогенерация в недрах. Физика теплопереноса в горных породах. Характерные значения тепловых параметров некоторых горных пород. Исследование теплофизических характеристик горных пород. Связь теплофизических с другими петрофизическими параметрами и зависимость от Т.			1	12	Измерение ТФХ материалов	Защита лаб. работы Тестирование
5.	Упругие волны в горной породе. Продольные и поперечные волны. Модули упругости, коэффициенты Пуассона. Влияние состава, структуры породы, температуры и давления на упругие свойства горных пород.			1	12	Механизм распространения упругих волн в гетерогенных средах	Защита лаб. работы
6.	Радиационные поля в горных породах. Основные понятия и определения. Виды излучения – виды радиоактивности: Взаимодействие γ квантов с горной породой. Естественная радиоактивность горных пород.			1	12	Взаимодействие иониз. излуч. с веществом	

	Определение возраста геологических образований.						
7.	Нейтронные поля в горной породе. Физика взаимодействия нейтронов с горной породой. Сечение рассеяния и захвата. Время замедления. Время жизни. Коэффициент диффузии. Длина свободного пробега нейтронов в ГП. Связь с пористостью и поровым заполнением.			1	11.8	Взаимод. нейтронов с веществом	Письменная контрольная работа
Модуль 2. Практическое исследование физических полей							
8.	Фильтрация флюидов в горной породе. Проницаемость. Закон Дарси. Коэффициент проницаемости. Фазовые коэффициенты проницаемости. Скорость фильтрации. Динамическая вязкость. Зависимость проницаемости от пористости, размера пор, гранулометрического состава. Классификация по пористости.	1		1	18	Физика вязкостного трения	Защита лаб. работы Тестирование
9.	Комплексирование методов изучения петрофизических параметров. Необходимые связи между измеряемыми геофизическими параметрами: Общие требования к петрофизической информации. Комплексирование петрофизических методов при изучении недр Земли. Неоднозначность решения обратных задач.	1			20	Методы ГИС при изучении разреза	Письменная контрольная работа
	Всего часов:	4		8	121.8		