

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Актуализировано:
на заседании кафедры геофизики
протокол № 15 от « 23 » июня 2017 г.

Зав. кафедрой  /Валиуллин Р.А

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Петрофизика


Вариативная дисциплина

Программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
Физика Земли и планет

Квалификация
Бакалавр

Разработчики (составители) <u>Доцент, к.ф.-м.н.</u>	 / <u>Яруллин Р.К.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема 2016 г.

УФА 2017 г.

Составитель / составители:

Яруллин Р.К.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры геофизики
протокол № 15, «23» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой



___/___Валиуллин Р.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на
заседании кафедры геофизики: протокол № 13 от «18» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



___/___Валиуллин Р.А.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	6 (16)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	9
4.3. Рейтинг-план дисциплины <i>(Приложение №2)</i>	13(20)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

Таблица 1.1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать цели, задачи и объекты петрофизических исследований	ОПК-1	
	2. Знать роль петрофизики при геологической интерпретации данных ГИС	ОПК-1	
	3. Знать принципы взаимодействия породы с физическими полями	ОПК-1	
	4. Знать математические и физические модели петрофизических свойств	ОПК-1	
	5. Знать методы изучения свойств пород на керне	ОПК-1	
	6. Знать способы применения петрофизических связей для интерпретации данных ГИС, сейсморазведки, при разработке месторождений, поисках и разведке месторождений	ОПК-1	
Умения	1. Уметь подготавливать образцы керна к исследованиям	ОПК-1	
	2. Уметь рассчитывать петрофизические связи	ОПК-1	
	3. Уметь обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации геофизических данных	ОПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками анализа результатов керновых исследований, применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород	ОПК-1	

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

Таблица 1.2

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать принципы взаимодействия породы с физическими полями	ПК-1	
	2. Знать математические и физические модели петрофизических свойств	ПК-1	
	3. Знать методы изучения свойств пород на керне	ПК-1	
Умения	1. Уметь подготавливать образцы керна к исследованиям	ПК-1	
	2. Уметь рассчитывать петрофизические связи	ПК-1	
	3. Уметь обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации геофизических данных	ПК-1	
Владения	1. Владеть навыками работы с аналитическим лабораторным	ПК-1	

(навыки / опыт деятельности)	оборудованием		
	2. Владеть навыками планирования петрофизических исследований	ПК-1	
	3. Владеть навыками анализа результатов керновых исследований, применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород	ПК-1	

ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Таблица 1.3

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать цели, задачи и объекты петрофизических исследований	ПК-4	
	2. Знать роль петрофизики при геологической интерпретации данных ГИС	ПК-4	
	3. Знать принципы взаимодействия породы с физическими полями	ПК-4	
	4. Знать математические и физические модели петрофизических свойств	ПК-4	
	5. Знать методы изучения свойств пород на керне	ПК-4	
	6. Знать способы применения петрофизических связей для интерпретации данных ГИС, сейсморазведки, при разработке месторождений, поисках и разведке месторождений	ПК-4	
Умения	1. Уметь подготавливать образцы керна к исследованиям; рассчитывать петрофизические связи	ПК-4	
	2. Уметь обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации геофизических данных	ПК-4	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками работы с аналитическим лабораторным оборудованием	ПК-4	
	2. Владеть навыками планирования петрофизических исследований	ПК-4	
	3. Владеть навыками анализа результатов керновых исследований, применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород	ПК-4	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Петрофизика» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

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: «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм». Для проведения лабораторных исследований требуются навыки владения измерительными приборами, полученными при изучении дисциплин: «ФП Механика», «ФП Электричество и магнетизм», «ФП Молекулярная физика».

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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап	Знать основные петрофизические характеристики горных пород, фильтрационные свойства, механизмы взаимодействия традиционных методов исследования с различными видами (по структуре, отложению и тд.) пород.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания, небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает глубокий уровень знаний по материалу в целом, но допускает ошибки при более детальном разборе отдельных тем.	Показывает глубокий уровень знаний как по материалу в целом, так и в более детальном разборе отдельных тем.
Второй этап	Уметь проводить взаимосвязь между физическими характеристиками ГП. Иметь навыки их измерения в лабораторных условиях.	Не умеет, или допускает грубые ошибки	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	Владеть приемами измерения построения функциональной зависимости и интерпретировать результаты полевых данных.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап	Знать принципы взаимодействия породы с физическими полями.	Показывает полное незнание	Имеет значитель-	Показывает глубокий	Показывает глубокий

	Знать математические и физические модели петрофизических свойств. Знать методы и методики изучения образцов керна в лабораторных условиях.	материала или имеет фрагментарные знания, небольшой части материала, допускает грубые ошибки	ные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	уровень знаний по материалу в целом, но допускает ошибки при более детальном разборе отдельных тем.	уровень знаний как по материалу в целом, так и в более детальном разборе отдельных тем.
Второй этап	Уметь обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации геофизических данных. Уметь подготавливать образцы керна к исследованиям	Не умеет, или допускает грубые ошибки	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	Владеть навыками работы с аналитическим лабораторным оборудованием. Владеть навыками планирования петрофизических исследований. Владеть навыками анализа результатов керновых исследований, применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап	Знать основные формулы, законы фильтрации, основные существующие методы ГИС, принципы их действия и применимости к различным видам ГП. Знать приближенные характеристики ГП для различных видов отложений	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания, небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Показывает глубокий уровень знаний по материалу в целом, но допускает ошибки при более детальном разборе отдельных тем.	Показывает глубокий уровень знаний как по материалу в целом, так и в более детальном разборе отдельных тем.
Второй этап	Уметь решать задачи по основным темам петрофизики. Уметь определять погрешность измерений, выделять и отсеивать грубые ошибки измерений.	Не умеет, или допускает грубые ошибки	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	Владеть навыками и приемами работы с лабораторным оборудованием. Владеть навыками интерпретации лабораторных данных	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

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».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать цели, задачи и объекты петрофизических исследований. Знать роль петрофизики при геологической интерпретации данных ГИС	ОПК-1	Тестирование Экзамен
	Знать принципы взаимодействия породы с физическими полями. Знать математические и физические модели петрофизических свойств. Знать методы изучения свойств пород на керне.	ПК-1	Тестирование Экзамен
	Знать способы применения петрофизических связей для интерпретации данных ГИС, сейсморазведки, при разработке месторождений, поисках и разведке месторождений.	ПК-4	Письменная контрольная работа Экзамен
2-й этап Умения	Уметь подготавливать образцы керна к исследованиям. Уметь рассчитывать петрофизические связи	ОПК-1	Письменная контрольная работа Защита лабораторных работ
	Уметь обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации лабораторных данных	ПК-1	Письменная контрольная работа Защита лабораторных работ
	Уметь решать задачи по основным темам петрофизики	ПК-4	Письменная контрольная работа Защита лабораторных работ
	Владеть навыками работы с аналитическим лабораторным оборудованием.	ПК-1	Защита лабораторных работ
	Владеть навыками планирования петрофизических исследований.	ОПК-1	Защита лабораторных работ
	Владеть навыками анализа результатов керновых исследований, применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород.	ПК-4	Защита лабораторных работ

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

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 сушильном шкафу при $T = 110-120$ °С 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 балла** 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 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 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** 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.

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.

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 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

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.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИЕО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра геофизики
Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность(профиль) – «Физика Земли и планет»
Экзамен по дисциплине «Петрофизика»
2018 - 2019 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 студент 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 студент 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 студентом 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.

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

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
3. 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>
1	2	3
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 221 (физмат корпус-учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 214 (физмат корпус-учебное).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 216 (физмат корпус-учебное)</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>Аудитория № 221</p> <p>1.Интерактивная доска SMART Board 680, диагональ 77"/195,6см (в комплекте ПО SMART Notebook) – 1шт.</p> <p>2.Рабочая станция Aquarius Elit E50 S44 + LG L2000C [20" LCD] – 10шт.</p> <p>3.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI.</p> <p>4.Учебная специализированная мебель.</p> <p>Аудитория № 216</p> <p>1.Мультимедиа-проектор CASIO XJ-A150V, XGA, 3000 ANSI, – 1шт.</p> <p>2.Ноутбук Asus (TP300LD)(FHD/Touch)i7 4510U(2.0)/8192/SSD, – 1шт.</p> <p>3. Учебная специализированная мебель, доска, экран.</p> <p>Аудитория № 214 («Лаборатория петрофизики»)</p> <p>1.Прибор для измерения электрических свойств горных пород «Петром» – 1шт.</p> <p>2.Прибор для определения проницаемости образцов керна по газу «Дарсиметр» – 1шт.</p> <p>3.Прибор для определения скорости прохождения упругих акустических волн «Ультразвук» – 1шт.</p> <p>4.Прибор KD2 Pro для определения теплофизических свойств, Decagon Devices, – 1шт.</p> <p>5.Шкаф сушильный Binder ED23 – 1шт.</p> <p>6.Насос вакуумный МВНК 0,3*2 220В – 1шт.</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. Microsoft Office Standart 2013 Russian, Гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии –бессрочно</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle)</p>

	<p>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 ме- бель.</p> <p style="text-align: center;">Читальный зал №2</p> <p>1. Учебная специализированная ме- бель. 2. Учебно-наглядные пособия. 3. Стенд по пожарной безопасности. 4. Моноблоки стационарные – 5 шт, 5. Принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 528а</p> <p>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 ме- бель.</p> <p style="text-align: center;">Аудитория № 605г («Лаборатория по техническому обеспечению учебного процесса»)</p> <p>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, конденсато- ров, предохранителей и т.д) 8. Набор инструментов для ремонта оборудования.</p>	
--	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Петрофизика» на 5 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 / 144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55.2
лекций	18
практических/ лабораторные	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52.8

Форма контроля:
Экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	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	9
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.	2		8	4	1, 2, 4, 5	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	2		8	4	1 - 3,	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	1, 4	Диа-пара и ферромагнетики	Письменная контрольная работа
4.	Тепловые поля в горных породах. Механизмы теплопередачи в горных породах.	2		6	4	2, 3	Измерение ТФХ материалов	Защита лаб. работы

	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.							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	1,5	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	1, 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	4	2,3	Взаимод. нейтронов с веществом	Письменная контрольная работа
Модуль 2. Практическое исследование физических полей								
8.	Фильтрация флюидов в горной породе. Проницаемость. Закон Дарси. Коэффициент проницаемости.	2		6	4	1-5	Физика вязкостного трения	Защита лаб. работы Тестирование

	Фазовые коэффициенты проницаемости. Скорость фильтрации. Динамическая вязкость. Зависимость проницаемости от пористости, размера пор, гранулометрического состава. Классификация по пористости.							
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	2,4	Методы ГИС при изучении разреза	Письменная контрольная работа
	Всего часов:	18		36	36			

**Рейтинг-план дисциплины
«Петрофизика»**

Направление: 03.03.02 Физика
курс 3, семестр 5

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	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				
1. Экзамен	30	1	15	30