

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И. о. директора ИШПР
Н.В. Гусева
« 31 » 08 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЁМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физика горных пород			
Направление подготовки/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки		
Профиль подготовки	Геофизические методы исследования скважин		
Специализация	Геофизические методы исследования скважин		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч.		80	
в т. ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией		курсовая работа	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации	зачёт, диф. зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОГ
Заведующий кафедрой-руководитель ОГ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Гусева Н.В.
			Ростовцев В.В.
			Соколов С.В.

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-5	Выполнением разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности	ПК(У)-5.B18	Навыками использования петрофизических данных для интерпретации материалов геофизических исследований скважин и контроля разработки месторождений углеводородов
		ПК(У)-5.Y18	Оценить состояние петрофизической изученности коллекторов конкретного месторождения и определить содержание петрофизического доизучения месторождения; выявить причины изменения значений физических параметров коллектора; получить аналитическое выражение петрофизических моделей коллекторов по измеренным значениям фильтрационно-емкостных и физических свойств коллекторов; определить пористость, проницаемость, флюидонасыщенность по петрофизическим моделям коллектора, оценить надежность определения; найти необходимую петрофизическую информацию из фондовых, опубликованных источников, в том числе электронных
		ПК(У)-5.318	Фильтрационно-емкостные и физические свойства коллекторов; виды пористости и проницаемости, петрофизические типы коллекторов; принципиальные различия флюидов (нефти, газа, воды) по физическим параметрам и влияние пористости и флюидонасыщенности на физические свойства коллекторов; понятие петрофизической модели коллекторов, способы ее формирования, условия применимости и ограничения петрофизических моделей

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика горных пород» относится к блоку 1 вариативной части междисциплинарного профессионального модуля.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать природу и закономерности изменения плотности, упругих, магнитных, электрических, радиоактивных, тепловых свойств горных пород	ПК(У)-5
РД-2	Выполнять самостоятельно исследования физических свойств горных пород, анализировать их результаты, составлять отчеты по работам, сопоставлять петрофизические, геологические и геофизическими данные.	ПК(У)-5
РД-3	Понимать и уметь использовать основы петрофизического и физико-геологического моделирования месторождений полезных ископаемых.	ПК(У)-5

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

1. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение. Плотность и упругие свойства горных пород.	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12

Раздел 2. Основы магнетизма горных пород	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Электропроводность горных пород	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	2
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4. Естественная и вызванная поляризация горных пород	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	2
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 5. Ядерно-физические свойства горных пород	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	2
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 6. Комплексная петрофизическая характеристика геологических объектов	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	2
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

Раздел 1. Введение. Плотность и упругие свойства горных пород.

Введение в физику горных пород. Понятие плотности вещества. Пористость. Факторы, определяющие плотность минералов. Классификация минералов по плотности. Закономерности изменения плотности горных пород различных формаций.

Упругие характеристики минералов и горных пород (модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона). Зависимость упругих свойств пород от пористости и плотности. Продольные и поперечные волны. Волновое сопротивление, коэффициенты отражения и затухания упругих волн. Скорости распространения упругих волн в слоях Земли.

Темы лекций:

1. Введение в дисциплину. Плотность горных пород.
2. Упругие свойства горных пород.

Темы лабораторных занятий:

1. Плотность терригенного разреза нефтегазового района.
2. Петрофизические карты.

Темы практических занятий:

1. Определение плотности горных пород методом гидростатического взвешивания.

Раздел 2. Основы магнетизма горных пород

Магнитные моменты атомов. Диа-, пара- и ферромагнетизм. Понятие намагниченности, магнитной проницаемости и магнитной восприимчивости вещества. Минералы диа-, пара- и ферромагнетики. Доменная структура, спонтанная намагниченность, петля гистерезиса ферромагнетика и её параметры.

Виды и природа естественной остаточной намагниченности горных пород. Фактор Кенигсбергера. Закономерности изменения магнитных свойств горных пород различных формаций.

Темы лекций:

1. Основы магнетизма горных пород.

2. Естественная остаточная намагниченность.

Темы лабораторных занятий:

1. Анализ петромагнитной информации золоторудного месторождения.

Темы практических занятий:

1. Измерение магнитной восприимчивости горных пород.

Раздел 3. Электропроводность горных пород

Понятие удельной электропроводности. Теория электропроводности твердых тел. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Типы носителей тока. Дырочная и электронная электропроводность минералов-полупроводников. Определение типа носителей тока в минералах-полупроводниках.

Классификация минералов по удельному электрическому сопротивлению. Удельная электропроводность горных пород: влияние минерального состава, структуры, морфологии руд, влажности и газонефтенасыщенности.

Темы лекций:

1. Зонная модель электропроводности твёрдых тел.
2. Природа электропроводности горных пород.

Темы лабораторных занятий:

1. Электропроводность горных пород.

Темы практических занятий:

1. Определение УЭС горных пород.

Раздел 4. Естественная и вызванная поляризация горных пород

Контактные разности потенциалов в горных породах. Электрохимические процессы в двойном электрическом слое. Параметры двойного электрического слоя минералов-полупроводников: электродный потенциал, ток обмена. Естественная поляризация горных пород.

Природа вызванной поляризации пород со смешанным типом проводимости. Форма кривой нарастания и спада ВП. Связь скорости спада ВП с электрохимическими процессами на границе электроннопроводящего минерала и электролита. Характеристики спада поляризации различных минералов-полупроводников.

Темы лекций:

1. Естественная поляризация горных пород
2. Вызванная поляризация горных пород

Темы лабораторных занятий:

1. Анализ результатов измерения ЭП золоторудного месторождения.

Темы практических занятий:

1. Измерение электродных потенциалов минералов-полупроводников.

Раздел 5. Ядерно-физические свойства горных пород

Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивного излучения и его природа в горных породах. Св-ва горных пород по отношению к нейтронному и гамма-излучению.

Формы нахождения K, U, Th в горных породах. Радиоактивность горных пород различного генезиса. Влияние метаморфизма и метасоматизма на радиоактивность горных пород.

Темы лекций:

1. Явление радиоактивности горных пород.
2. Поведение радиоактивных элементов в геологических процессах.

Темы лабораторных занятий:

1. Радиоактивность горных пород.

Темы практических занятий:

1. Измерение гамма-излучения горных пород.

Раздел 6. Комплексная петрофизическая характеристика геологических объектов

Взаимосвязь между физическими параметрами горных пород. Петрофизические модели и классификации. Петрофизические модели нефтегазовых залежей и структур.

Комплексная петрофизическая характеристика минералов рудных месторождений. Петрофизические модели колчеданно-полиметаллических, магнетитовых скарновых, редкометалльных и золото-сульфидных месторождений.

Темы лекций:

1. Петрофизические комплексы и модели.
2. Основы физико-геологического моделирования.

Темы лабораторных занятий:

1. Анализ петрофизической информации по Cu-Ni-месторождению.

Темы практических занятий:

1. Составление петроэлектрической модели коллектора месторождения углеводородов.

– Тематика курсовых работ:

Выполняется курсовая работа по темам с обобщенным наименованием «Магнитная восприимчивость, плотность, электропроводность пород и руд месторождения» с индивидуальным заданием каждому студенту по конкретному месторождению или группе месторождений.

Приближенный перечень месторождений (вариантов): Верхнее, Pb-Zn; Благодатное, Pb-Zn; Удокан, Cu; Талнах, Ni; Садбери, Ni; Ховуаксы, Co и др.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;

- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С., Номоконова Г.Г. Физика горных пород. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 520с <http://www.twirpx.com/file/54044/>
2. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. – М.: «Нефть и газ», 2004, 1991. – 368с. <http://www.oilcraft.ru/load/4-1-0-72>
3. Ладынин А.В. Петрофизика. Лекции для студентов геологических специальностей. - Новосибирск: НГУ, 2002. - 120 с. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=28201
4. Петрофизика: Справочник. В трех книгах. Книга первая. Горные породы и полезные ископаемые. / Под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1992. – 391 с. http://www.hge.pu.ru/index.php?Itemid=71&id=598&option=com_content&task=view

Дополнительная литература:

1. Кобранова В.Н. Петрофизика. - М.: Недра, 1986 - 392 с.
2. Физические свойства минералов и горных пород при высоких термодинамических параметрах: Справочник. - М.: недра. 1988. - 253 с.
3. Палеомагнитология. Под ред. А.Н.Храмова. - М.: Недра, 1982 - 312с.
4. Петрофизическая характеристика осадочного покрова нефтегазоносных провинций: Справочник. - М.: Недра, 1985. - 193 с.
5. Физические свойства вещества в термодинамических условиях литосферы. - Киев.: Наукова думка, 1986. - 197 с.
6. Шуй Р.Т. Полупроводниковые рудные минералы. - Л.: Недра, 1979. - 284 с.
7. Орлов Л.И., Карпов Е.Н., Топорков В.Г. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа. - М.: Недра, 1987. - 320 с.
8. Элланский М.Н. Петрофизические связи и комплексная интерпретация данных промысловой геофизики. - М.: Недра, 1978. - 212с.
9. Барулин Г.И. Геофизические основы регионального прогноза нефтегазоносности. - М.: Недра, 1983. - 176 с.
10. Ржевский В.В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород: учебник для вузов - Москва : ЛЕНАНД, 2015 - 359 с. - (Классика инженерной мысли: горное дело).

6.2 Информационное и программное обеспечение

Электронные учебники ТПУ:

5. Номоконова Г.Г. Петрофизика нефтегазоносных коллекторов <http://mdl.lcg.tpu.ru:82/course/view.php?id=84>
6. Номоконова Г.Г. Петрофизика http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PFP_0611/index.html
7. Номоконова Г.Г. Физика горных пород http://e-le.lcg.tpu.ru/public/FGP_0651/index.html

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.oilcraft.ru> Сайт библиотеки учебников и монографий нефтегазовой сферы
2. <http://www.slb.ru/sis/Petrophysics/> Петрофизика в GeoFrame
3. <http://www.yagello.ru/catalog.php?cid=218> Каталог изданий для нефтегазового комплекса: петрофизика
4. <http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=1> Журнал «Геология и геофизика»
5. http://www.karotazhnik.ru/htmls/ntv_karotazhnik.htm Журнал «Каротажник»
6. <http://vniioeng.mcn.ru/inform/geolog/> Журнал «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений»
7. <http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=1> Журнал «Геофизика»
8. <http://www.oil-gas.com.ua/NEW/last.htm> Журнал «Нефть и газ»
9. <http://astropro.ru/science/?p=video&id=464> Сайт фильмов по физике, в том числе раздела «поверхностные явления и свойства»
10. <http://www.gubkin.ru> Сайт Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина.
11. <http://www.geoinform.ru> – журнал «Геология нефти и газа»
12. <http://www.ngtp.ru/> Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное издание ВНИГРИ
Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Используемое программное обеспечение:

Adobe Acrobat Reader DC; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Zoom Zoom

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 408	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Стол лабораторный - 1 шт.; Компьютер - 11 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 414	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф общелабораторный - 2 шт.; Шкаф для документов - 3 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Компьютер - 29 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 422	
--	--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки/специализации Геофизические методы исследования скважин (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Соколов С.В.

Программа одобрена на заседании отделения геологии (Протокол заседания отделения геологии № 22 от 25.08.2020).

Заведующий кафедрой-руководитель отделения геологии на правах кафедры,
д.г-м.н., доцент

 /Гусева Н.В./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения (протокол)