

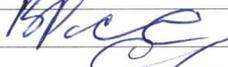
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 И. о. директора ИШПР
 Н.В. Гусева
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

| Физика горных пород | | |
|--|---|-----------------|
| Направление подготовки/ специальность | 21.05.03 Технология геологической разведки | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Технология геологической разведки | |
| Специализация | Геофизические методы исследования скважин | |
| Уровень образования | высшее образование - специалитет | |
| Курс | 3 | 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 | зачет | Обеспечивающее подразделение | ОГ |
|---------------------------------|------------|---------------------------------|----|
| | диф. зачет | | |

| | | |
|--|---|----------------|
| Заведующий кафедрой - руководитель ОГ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель |  | Гусева Н.В. |
| |  | Ростовцев В.В. |
| |  | Соколов С.В. |

2020 г.

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 | Результаты освоения ООП | 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 | Р6 | ПК(У)-5.В18 | Навыками использования петрофизических данных для интерпретации материалов геофизических исследований скважин и контроля разработки месторождений углеводородов |
| | | | ПК(У)-5.У18 | 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://vniieng.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
13. 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 | 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. |

| | | |
|----|--|---|
| | (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 414 | |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 422 | Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, /специализации Геофизические методы исследования скважин (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО |
|-----------|--------------|
| Доцент | Соколов С.В. |

Программа одобрена на заседании кафедры ГЕОФ (Протокол заседания кафедры ГЕОФ № 398 от 31.05.2017).

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 /кафедры (протокол) |
|-------------------------|--|---|
| 2018/2019 учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания ОГ № 4 от 28.06.2018 |
| | 5. Изменена система оценивания (для дисциплин и практик, реализация которых начнется с осеннего семестра 2018/19 учебного года и в последующих семестрах до завершения реализации программы. | Протокол заседания ОГ № 5 от 29.08.2018 |
| 2019/2020 учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания ОГ №12 от 24.06.2019 |
| 2020 / 2021 учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания ОГ №21 от 29.06.2020 |