



Петрофизика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**

Учебный план **b030302-ЦифрТех-19-1.plx**
03.03.02 ФИЗИКА
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **144**

в том числе:

аудиторные занятия **48**

самостоятельная работа **69**

часов на контроль **27**

Виды контроля в семестрах:

экзамены **5**

курсовые работы **5**

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 5 (3.1) | | Итого | |
|---|--------------------|------------|------------|------------|
| | Неделя 17,3 | | | |
| Вид занятий | уп | рпд | уп | рпд |
| Лекции | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Лабораторные | 32 | 32 | 32 | 32 |
| В том числе инт. | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Итого ауд. | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Контактная работа | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Сам. работа | 69 | 69 | 69 | 69 |
| Часы на контроль | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

доктор физико-математических наук, профессор, Коновалова Елена Владимировна



Рабочая программа дисциплины

Петрофизика

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Экспериментальной физики

Протокол от 14 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы: - уч.г.

Зав. кафедрой Ельников Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор



Председатель УМС к.т.н., доцент Тараканов Д.В.
07 06 2019 г. 106/19



| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|------------------------------------|---|
| 1.1 | Основная цель изучения курса «Петрофизика» – это формирование у обучающихся знаний о физических свойствах горных пород и минералов, их взаимосвязях и процессах, происходящих в горных породах; |
| 1.2 | освоение обучающимися навыков лабораторных измерений физических свойств горных пород и способов их анализа, изучение зависимости физических характеристик горных пород от их состава, геологических и структурно-тектонических особенностей формирования; |
| 1.3 | ознакомление обучающихся с ролью указанных знаний в геологической интерпретации данных геофизических методов исследования земной коры и скважин. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП | |
|--|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | При изучении дисциплины «Петрофизика» обучающийся опирается на следующие знания, умения и навыки: фундаментальные понятия, законы, модели классической и современной физики; использование навыков физического моделирования для решения прикладных задач по будущей специальности; использование для познания окружающего мира различных естественнонаучных методов: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование. Дисциплина «Петрофизика» входит в вариативную часть учебного плана направления подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиля «Цифровые технологии в геофизике» и изучается обучающимися в пятом семестре. Дисциплина базируется на курсах: |
| 2.1.2 | Оптика |
| 2.1.3 | Теория вероятностей и математическая статистика |
| 2.1.4 | Геодезия |
| 2.1.5 | Математический анализ |
| 2.1.6 | Физика Земли |
| 2.1.7 | Электричество и магнетизм |
| 2.1.8 | Молекулярная физика |
| 2.1.9 | Экология |
| 2.1.10 | Механика |
| 2.1.11 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Освоение данной дисциплины, в свою очередь, закладывает базу для понимания и последующего изучения таких дисциплин как: |
| 2.2.2 | Геофизика |
| 2.2.3 | Методы геофизических исследований |
| 2.2.4 | Методы ядерной геофизики |
| 2.2.5 | Инженерная геология |
| 2.2.6 | Интерпретация геофизических данных |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |
|--|
| ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию |
| 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) |
| ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач |
| ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | физические параметры различных типов горных пород, физико-химические явления в горных породах, влияние состава, структуры и текстуры горных пород на их физические свойства, прикладное значение петрофизики в геологии и разведочной геофизике |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | выявлять взаимосвязи физических свойств горных пород, грамотно интерпретировать результаты измерения плотностных, коллекторских, магнитных и других физических свойств горных пород |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | навыками использования петрофизических данных для интерпретации материалов геофизических исследований скважин; |
| 3.3.2 | способами, методами и аппаратурой для измерения физических свойств горных пород |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|----------------------------|---|------------|---|
| | Раздел 1. Введение | | | | | | |
| 1.1 | Предмет, объекты и связи дисциплины с другими науками. Основные цели и задачи дисциплины. /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| | Раздел 2. Физические поля и петрофизические параметры горных пород | | | | | | |
| 2.1 | Гравитационное поле Земли и плотность горных пород /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.2 | Методы определения плотности минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 4 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 4 | Отчеты по лабораторным работам. 1.Определение плотности горных пород методом гидростатического взвешивания. 2.Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки. |
| 2.3 | Коллекторские свойства горных пород /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.4 | Магнитное поле Земли и магнитные свойства горных пород /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.5 | Методы определения магнитных свойств минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 3.Определение магнитной проницаемости ферромагнетиков |

| | | | | | | | |
|------|---|---|---|-----------------------------------|--|---|---|
| 2.6 | Электрические свойства горных пород и аномалии электромагнитного поля /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.4 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.7 | Методы определения электрических свойств минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 4.Исследование температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников. |
| 2.8 | Упругие свойства горных пород /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.9 | Методы определения упругих свойств минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 4 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 4 | Отчеты по лабораторным работам. 5.Определение модуля Юнга на интерферометре Майкельсона. |
| 2.10 | Тепловые свойства горных пород /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.11 | Методы определения тепловых свойств минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 4 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 4 | Отчеты по лабораторным работам. 6.Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити. 7.Определение теплопроводности металлов. |
| 2.12 | Ядерно-физические (радиоактивные) свойства /Лек/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.13 | Методы определения ядерно-физических свойств минералов и горных пород /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 8.Изучение поглощения гамма-излучения в веществе. |
| 2.14 | Взаимосвязь физических свойств горных пород /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Устный опрос. |
| 2.15 | Статистическая обработка выборочных петрофизических данных /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 9.Выборочное распределение и его основные характеристики |

| | | | | | | | |
|------|---------------------------------------|---|----|-----------------------------------|--|---|---|
| 2.16 | Проверка статистических гипотез /Лаб/ | 5 | 4 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 4 | Отчеты по лабораторным работам. 10.Оценка параметров генеральной совокупности. Теоретическое распределение и расчет его частот. Статистические гипотезы и критерии их проверки. |
| 2.17 | Дисперсионный анализ (ДА) /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 11.Понятие и задачи ДА. Однофакторный и двухфакторный ДА. |
| 2.18 | Корреляционный анализ (КА) /Лаб/ | 5 | 4 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6 | 4 | Отчеты по лабораторным работам.12.Понятие и задачи КА. Парная и множественная корреляция. |
| 2.19 | Регрессионный анализ (РА) /Лаб/ | 5 | 2 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 2 | Отчеты по лабораторным работам. 13.Понятие и задачи РА. Линейная и нелинейная регрессия. Множественная регрессия. |
| 2.20 | Самостоятельная работа /Ср/ | 5 | 69 | ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Самостоятельная работа обучающегося включает в себя изучение теоретического материала дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, выполнение курсовой работы и подготовку к экзамену. |

| | | | | | | | |
|------|----------------------|---|----|-----------------------|--|---|---|
| 2.21 | Курсовая работа /КР/ | 5 | 0 | ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | Фактический экспериментальный материал для выполнения заданий |
| 2.22 | /Экзамен/ | 5 | 27 | ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 | Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | 0 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлено в Приложении 1.

5.2. Темы письменных работ

Представлено в Приложении 1.

5.3. Фонд оценочных средств

Представлено в Приложении 1.

5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Вопросы устного опроса.
2. Темы лабораторных работ.
3. Примерные задания индивидуальных работ студентов.
4. Примерные темы курсовых работ.
5. Вопросы к экзамену.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Колич-во |
|------|------------------------------|--|---|----------|
| Л1.1 | Чупрунов Е. В. | Кристаллография: лабораторный практикум | М.: Физматлит, 2005 | 10 |
| Л1.2 | Ежова А. В. | Литология. Краткий курс: Учебное пособие | Томск: Томский политехнический университет, 2014, http://www.iprbookshop.ru/34674 | 1 |
| Л1.3 | Беляков А. А., Шматова Ю. С. | Минералы и горные породы: Учебное пособие по курсу «Инженерная геология и гидрогеология» | Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2004, http://www.iprbookshop.ru/49223 | 1 |
| Л1.4 | Зеливянская О.Е. | Петрофизика: учебное пособие | Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2015, http://www.iprbookshop.ru/63124.html | 1 |

| 6.1.2. Дополнительная литература | | | | |
|---|---------------------|---|--|----------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Колич-во |
| Л2.1 | Розин К. М. | Практическая кристаллография: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 150700 (651800) - Физическое материаловедение и 150100 (651300) - Металлургия | М.: МИСИС, 2005 | 5 |
| Л2.2 | Зеливянская О.Е. | Математическое моделирование: практикум | Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, http://www.iprbookshop.ru/69401.html | 1 |

| 6.1.3. Методические разработки | | | | |
|---------------------------------------|---|---|--|----------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Колич-во |
| Л3.1 | Манина Е. А., Шадрин Г. А. | Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей | Сургут: Издательство СурГУ, 2007 | 98 |
| Л3.2 | Сысоев С. М., Заводовский А. Г., Демьянцева С. Д., Гуртовская Р. Н. | Лабораторный практикум по оптике | Сургут: Издательство СурГУ, 2007 | 215 |
| Л3.3 | Заводовский А. Г., Сысоев С. М., Заводовская О. В. | Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике: Методические указания к лабораторным работам по курсу общей физики | Сургут: Издательство Сургутского государственного университета, 2002 | 138 |
| Л3.4 | Сысоев С. М., Манина Е. А., Никонова Н. О. | Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму: методические указания к лабораторным работам по курсу общей физики | Сургут: Издательство СурГУ, 2004 | 17 |
| Л3.5 | Гуртовская Р. Н., Панина Т. А., Ненахова Н. А., Заводовский А. Г. | Лабораторный практикум по квантовой физике: учебно-методическое пособие | Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016 | 65 |

| 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" | |
|--|---|
| Э1 | журнал «Геология нефти и газа» |
| Э2 | Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное издание ВНИГРИ |
| Э3 | Сайт Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина. |
| Э4 | Сайт фильмов по физике, в том числе раздела «поверхностные явления и свойства» |
| Э5 | Журнал «Нефть и газ» |
| Э6 | Журнал «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» |
| 6.3.1 Перечень программного обеспечения | |
| 6.3.1.1 | 1. Microsoft Office |
| 6.3.2 Перечень информационных справочных систем | |
| 6.3.2.1 | http://www.garant.ru Информационно-правовой портал Гарант.ру |
| 6.3.2.2 | http://www.consultant.ru/ Справочно-правовая система Консультант Плюс |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|-----|--|
| 7.1 | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: типовой учебной мебелью, требуемым лабораторным оборудованием, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. |
|-----|--|

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Приложение к рабочей программе по дисциплине

Петрофизика

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Квалификация выпускника | бакалавр |
| Направление подготовки | 03.03.02 |
| | Физика |
| Направленность (профиль) | Цифровые технологии в геофизике |
| Форма обучения | очная |
| Кафедра- разработчик | кафедра экспериментальной физики |
| Выпускающая кафедра | кафедра экспериментальной физики |

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине «Петрофизика».

Вопросы устного опроса

Раздел: Введение. Предмет, объекты и связи дисциплины с другими науками. Основные цели и задачи дисциплины.

Основные цели и задачи дисциплины, ее значение в комплексе геолого-геофизических работ. Методика изучения и использования различных физических полей и петрофизических параметров для решения общегеологических и прикладных задач.

Раздел: Физические поля и петрофизические параметры горных пород

Гравитационное поле Земли и плотность горных пород

Основные понятия и определения. Плотность и пористость изверженных, осадочных и метаморфических пород. Зависимость плотности от вещественного состава и структурно-текстурных особенностей, температуры и давления. Гравитационное поле, аномалии силы тяжести.

Коллекторские свойства горных пород

Неоднородность, дисперсная, межфазная поверхность горных пород. Пористость, структура порового пространства. Влажность, влагоемкость, двойной электрический слой. Нефтегазонасыщенность пород. Проницаемость горных пород.

Магнитное поле Земли и магнитные свойства горных пород

Основные понятия и определения: магнитная восприимчивость, намагниченность и ее основные виды. Связь между этими параметрами и зависимость намагниченности от формы тел. Магнитные свойства породообразующих и главных рудных минералов, зависимость их от химизма и строения кристаллической решетки. Магнитные свойства горных пород, их связь с составом и структурно-текстурными особенностями. Естественная остаточная намагниченность и ее виды. Зависимость магнитных свойств от температуры и давления. Устойчивость намагниченности во времени. Палеомагнетизм и его использование в геологии и геофизике. Главное магнитное поле Земли.

Электрические свойства горных пород и аномалии электромагнитного поля

Удельное электрическое сопротивление, электропроводимость, диэлектрическая проницаемость. Электронная и ионная проводимость; проводники, полупроводники и диэлектрики. Электрические свойства минералов, зависимость их от химизма, анизотропии, температуры. Удельное электросопротивление горных пород и его зависимость от состава, структуры и текстуры. Особенности электрических свойств изверженных, осадочных и метаморфических пород, зависимость от температуры и давления.

Упругие свойства горных пород

Понятия напряжений и деформаций горных пород. Продольные, поперечные, упругие и пластичные деформации. Упругие характеристики - модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона (модуль поперечного сжатия). Прочностные параметры. Упругие характеристики минералов и горных пород. Зависимость упругих свойств пород от пористости и плотности. Влияние температуры и давления. Скорости распространения упругих волн в горных породах. Продольные и поперечные волны. Волновое сопротивление, коэффициенты отражения и затухания упругих волн. Скорости распространения упругих волн в слоях Земли.

Тепловые свойства горных пород

Теплофизические параметры горных пород: теплопроводность, теплоёмкость, коэффициенты теплового расширения и методы их определения.

Ядерно-физические (радиоактивные) свойства

Естественная радиоактивность, основные радиоактивные элементы и их распространенность. Главные минералы урана и тория, радиоактивные элементы в породообразующих и акцессорных минералах. Радиоактивность изверженных, осадочных и метаморфических пород, ее зависимость от их состава, условий формирования, степени метаморфизма. Использование ядерно-физических свойств в геофизике и геохронологии.

Взаимосвязь физических свойств горных пород

Взаимосвязь между физическими параметрами горных пород. Петрофизические модели и классификации. Петрофизические модели нефтегазовых залежей и структур. Физические свойства флюидов. Петрофизические условия образования и сохранения нефти.

Темы лабораторных работ:

Методы определения плотности минералов и горных пород

1. Определение плотности горных пород методом гидростатического взвешивания.

2. Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки.

Руководство к лабораторным работам по курсу "Петрофизика". Учебное пособие для студентов вузов Кобранова В. Н., Пацевич С. Л., Дахнов А. В., Извеков Б. И., М.: Недра, 1982.

Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике, Заводовский А.Г., Манина Е.А., Коновалова Е.В., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2010.

Методы определения магнитных свойств минералов и горных пород

3. Определение магнитной проницаемости ферромагнетиков.

Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму Сысоев С.М., Манина Е.А., Никонова Н.О. Сургут: Издательство СурГУ, 2004.

Методы определения электрических свойств минералов и горных пород

4. Исследование температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников.

Лабораторный практикум по квантовой физике Гуртовская Р. Н., Панина Т.А., Ненахова Н.А., Заводовский А.Г. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2016.

Методы определения упругих свойств минералов и горных пород

5. Определение модуля Юнга на интерферометре Майкельсона.

Лабораторный практикум по оптике, Сысоев С.М., Заводовский А. Г., Демьянцева С.Д., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2007.

Методы определения тепловых свойств минералов и горных пород

6. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

7. Определение теплопроводности металлов.

Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике, Заводовский А.Г., Манина Е.А., Коновалова Е.В., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2010.

Методы определения ядерно-физических свойств минералов и горных пород

8. Изучение поглощения гамма-излучения в веществе.

Лабораторный практикум по квантовой физике Гуртовская Р. Н., Панина Т.А., Ненахова Н.А., Заводовский А.Г. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2016.

Статистическая обработка выборочных петрофизических данных

9. Выборочное распределение и его основные характеристики.

Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Пашкевич О.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>.— ЭБС «IPRbooks».

Берикашвили В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : Учебное пособие / В. Ш. Берикашвили [и др.] .— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 164 .— Режим доступа:

<https://www.biblio-online.ru> .— Internet access .— ISBN 978-5-534-09216-5 : 449.00 .—
 <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449>> .—
 <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/cover/65554755-6274-43D8-857A-B27B05FD2874>>.
 Волкова П. А. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах :
 Учебное пособие .— 1 .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-
 издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 96 с. — ISBN 9785911345761 .—
 <URL:<http://znanium.com/go.php?id=556479>>.

В определенном регионе имеются проявления двух сходных по многим признакам интрузий, но в одной из них генетические месторождения и рудопроявления полезного ископаемого, а в другой нет. Есть предположение, что породы должны различаться по содержаниям элемента А. Смоделировать распределение содержаний элемента А в сравниваемых породах (табл. 1, 2). Отобрать 30 проб каждой из пород (сформировать выборки с помощью таблицы случайных чисел 3), определить статистические параметры (среднее, дисперсию, среднеквадратичное отклонение, асимметрию, эксцесс, коэффициент вариации) для последующего сравнения пород с целью решения вопроса их сходства-различия.

Таблица 1

| № пробы | X_i | № пробы | X_i | № пробы | X_i |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1 | 5,1 | 31 | 3,6 | 61 | 4,2 |
| 2 | 3,1 | 32 | 2,8 | 62 | 3,2 |
| 3 | 0,2 | 33 | 1,5 | 63 | 5,9 |
| 4 | 6,8 | 34 | 4,6 | 64 | 2,1 |
| 5 | 2,1 | 35 | 2,6 | 65 | 4,3 |
| 6 | 4,1 | 36 | 1,7 | 66 | 2,0 |
| 7 | 5,2 | 37 | 0,4 | 67 | 2,2 |
| 8 | 1,1 | 38 | 6,7 | 68 | 3,3 |
| 9 | 2,2 | 39 | 1,6 | 69 | 6,0 |
| 10 | 2,2 | 40 | 3,7 | 70 | 4,4 |
| 11 | 4,2 | 41 | 1,8 | 71 | 1,1 |
| 12 | 1,2 | 42 | 2,7 | 72 | 3,4 |
| 13 | 0,4 | 43 | 2,7 | 73 | 2,3 |
| 14 | 8,7 | 44 | 3,8 | 74 | 6,4 |
| 15 | 2,3 | 45 | 1,7 | 75 | 4,5 |
| 16 | 4,3 | 46 | 1,6 | 76 | 1,2 |
| 17 | 5,3 | 47 | 0,5 | 77 | 3,5 |
| 18 | 1,3 | 48 | 4,9 | 78 | 2,4 |
| 19 | 3,3 | 49 | 2,8 | 79 | 0,6 |
| 20 | 4,4 | 50 | 3,9 | 80 | 4,6 |
| 21 | 2,4 | 51 | 5,5 | 81 | 1,3 |
| 22 | 6,3 | 52 | 5,0 | 82 | 3,6 |
| 23 | 0,3 | 53 | 1,0 | 83 | 7,5 |
| 24 | 3,4 | 54 | 2,9 | 84 | 2,5 |
| 25 | 1,4 | 55 | 1,8 | 85 | 3,7 |
| 26 | 7,8 | 56 | 2,6 | 86 | 1,4 |
| 27 | 2,5 | 57 | 4,1 | 87 | 4,7 |
| 28 | 4,5 | 58 | 3,1 | 88 | 2,6 |
| 29 | 5,4 | 59 | 3,0 | 89 | 3,8 |
| 30 | 3,5 | 60 | 1,9 | 90 | 1,5 |

Таблица 2

| № пробы | X_i | № пробы | X_i | № пробы | X_i |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1 | 3,9 | 31 | 5,8 | 61 | 4,3 |
| 2 | 6,2 | 32 | 2,8 | 62 | 6,6 |
| 3 | 3,1 | 33 | 4,4 | 63 | 2,6 |
| 4 | 6,0 | 34 | 6,0 | 64 | 5,4 |
| 5 | 2,2 | 35 | 3,9 | 65 | 7,3 |

| | | | | | |
|----|-----|----|-----|----|-----|
| 6 | 5,9 | 36 | 4,9 | 66 | 3,9 |
| 7 | 4,6 | 37 | 5,6 | 67 | 3,7 |
| 8 | 3,7 | 38 | 2,1 | 68 | 4,4 |
| 9 | 5,9 | 39 | 4,3 | 69 | 6,8 |
| 10 | 4,3 | 40 | 6,0 | 70 | 5,4 |
| 11 | 0,6 | 41 | 5,6 | 71 | 3,0 |
| 12 | 6,3 | 42 | 4,1 | 72 | 4,5 |
| 13 | 3,2 | 43 | 7,9 | 73 | 5,2 |
| 14 | 5,0 | 44 | 3,4 | 74 | 4,3 |
| 15 | 5,9 | 45 | 4,8 | 75 | 4,3 |
| 16 | 3,3 | 46 | 4,9 | 76 | 4,8 |
| 17 | 5,9 | 47 | 6,4 | 77 | 3,6 |
| 18 | 5,8 | 48 | 2,9 | 78 | 5,2 |
| 19 | 4,9 | 49 | 5,7 | 79 | 4,2 |
| 20 | 0,3 | 50 | 0,9 | 80 | 3,1 |
| 21 | 4,4 | 51 | 0,4 | 81 | 4,2 |
| 22 | 2,5 | 52 | 1,7 | 82 | 3,2 |
| 23 | 2,6 | 53 | 2,2 | 83 | 5,1 |
| 24 | 3,1 | 54 | 4,5 | 84 | 5,9 |
| 25 | 4,4 | 55 | 6,7 | 85 | 2,6 |
| 26 | 4,0 | 56 | 3,3 | 86 | 0,8 |
| 27 | 1,5 | 57 | 5,4 | 87 | 0,3 |
| 28 | 5,9 | 58 | 4,1 | 88 | 4,1 |
| 29 | 3,7 | 59 | 3,0 | 89 | 2,6 |
| 30 | 2,8 | 60 | 1,9 | 90 | 3,7 |

Таблица 3

| Таблица случайных чисел (фрагмент) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Номера столбцов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1 | 5 | 3 | 4 | 7 | 1 | 0 | 6 | 2 | 8 | 3 | 6 | 7 | 8 | 7 | 3 | 5 | 5 | 7 | 4 | 4 |
| 6 | 1 | 2 | 8 | 8 | 9 | 9 | 3 | 4 | 4 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| 6 | 0 | 4 | 7 | 8 | 5 | 6 | 6 | 8 | 6 | 4 | 4 | 9 | 3 | 4 | 3 | 9 | 2 | 9 | 7 | 6 |
| 0 | 8 | 0 | 6 | 5 | 2 | 0 | 1 | 5 | 7 | 0 | 5 | 7 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 4 | 8 | 9 |
| 9 | 9 | 1 | 5 | 8 | 2 | 7 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 9 | 9 | 5 | 7 | 5 | 2 | 9 |
| 2 | 8 | 8 | 2 | 7 | 1 | 5 | 8 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 4 | 6 | 3 | 1 | 1 | 7 | 8 | 5 |
| 9 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 8 | 9 | 7 | 6 | 0 | 6 | 6 | 9 | 1 | 6 |
| 8 | 4 | 0 | 1 | 9 | 8 | 3 | 6 | 3 | 8 | 9 | 9 | 3 | 6 | 8 | 3 | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 |
| 9 | 9 | 7 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 | 4 | 3 | 2 | 6 | 3 | 8 | 2 | 5 | 9 |

Проверка статистических гипотез

10. Оценка параметров генеральной совокупности. Теоретическое распределение и расчет его частот. Статистические гипотезы и критерии их проверки.

Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Пашкевич О.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>.— ЭБС «IPRbooks».

[Берикашвили В. Ш.](https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449) Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : Учебное пособие / В. Ш. Берикашвили [и др.] .— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 164 .— Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> .— Internet access .— ISBN 978-5-534-09216-5 : 449.00 .— <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449>> .— <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/cover/65554755-6274-43D8-857A-B27B05FD2874>> .

[Волкова П. А.](#) Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах : Учебное пособие .— 1 .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-

издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 96 с.— ISBN 9785911345761 .—
 <URL:<http://znanium.com/go.php?id=556479>>.

В соответствии с вариантом выданным преподавателем, пересчитать значения таблицы 4 по формуле: $X = (X)_{табл} + 0.2 \cdot N$, $Y = (Y)_{табл} + 0.1 \cdot N$ где N номер варианта. Результаты анализа двух рудных тел (X и Y) на элемент А приведены в таблице 3. Проверить гипотезу о том, что обе выборки принадлежат одной генеральной совокупности, т. е. гипотезу о том, что существенного различия в распределениях элемента А в сравниваемых породах нет (применять λ -критерий).

Таблица 4

| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0.58 | 0.50 | 0.50 | 0.35 | 0.30 | 0.31 | 0.47 | 0.36 | 0.41 | 0.44 |
| 0.35 | 0.35 | 0.69 | 0.16 | 0.28 | 0.46 | 0.48 | 0.15 | 0.14 | 0.51 |
| 0.33 | 0.59 | 0.54 | 0.51 | 0.51 | 0.36 | 0.28 | 0.48 | 0.29 | 0.55 |
| 0.54 | 0.60 | 0.48 | 0.50 | 0.37 | 0.39 | 0.47 | 0.46 | 0.31 | 0.24 |
| 0.24 | 0.54 | 0.36 | 0.50 | 0.14 | 0.30 | 0.95 | 0.36 | 0.73 | 0.17 |
| 0.42 | 0.42 | 0.50 | 0.48 | 0.42 | 0.30 | 0.18 | 0.38 | 0.43 | 0.37 |
| 0.58 | 0.68 | 0.43 | 0.53 | 0.36 | 0.36 | 0.66 | 0.40 | 0.28 | 0.38 |
| 0.57 | 0.54 | 0.46 | 0.25 | 0.28 | 0.55 | 0.35 | 0.38 | 0.64 | 0.46 |
| 0.54 | 0.55 | 0.56 | 0.48 | 0.20 | 0.36 | 0.34 | 0.55 | 0.72 | 0.12 |
| 0.24 | 0.33 | 0.48 | 0.36 | 0.48 | 0.24 | 0.38 | 0.50 | 0.35 | 0.28 |
| 0.38 | 0.56 | 0.43 | 0.53 | 0.66 | 0.23 | 0.56 | 0.11 | 0.60 | 0.23 |
| 0.70 | 0.30 | 0.56 | 0.23 | 0.64 | 0.16 | 0.32 | 0.25 | 0.46 | 0.38 |

Дисперсионный анализ (ДА)

11. Понятие и задачи ДА. Однофакторный и двухфакторный ДА.

Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Пашкевич О.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>.— ЭБС «IPRbooks».

Берикашвили В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : Учебное пособие / В. Ш. Берикашвили [и др.] .— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 164 .— Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> .— Internet access .— ISBN 978-5-534-09216-5 : 449.00 .— <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449>> .—

<URL:<https://www.biblio-online.ru/book/cover/65554755-6274-43D8-857A-B27B05FD2874>>.
Волкова П. А. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах : Учебное пособие .— 1 .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 96 с.— ISBN 9785911345761 .— <URL:<http://znanium.com/go.php?id=556479>>.

Жила полиметаллической руды пересекает семь разновидностей вмещающих пород. Оценить, влияет ли фактор «порода» на изменение объемного веса руды. Исходные данные (по семь замеров веса руд жилы в пределах каждой из разновидностей вмещающих пород) приведены ниже.

Таблица 5

| Уровни фактора | Значения объемного веса | | | | | | |
|----------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2.95 | 2.50 | 2.55 | 2.80 | 2.80 | 2.60 |
| 2 | 2.60 | 2.95 | 2.70 | 2.90 | 2.65 | 3.25 | 2.50 |
| 3 | 2.65 | 2.75 | 2.80 | 2.75 | 2.60 | 3.00 | 3.40 |
| 4 | 2.55 | 2.85 | 2.60 | 2.65 | 3.10 | 2.70 | 3.10 |

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 2.75 | 2.45 | 2.90 | 3.00 | 2.50 | 3.00 | 2.60 |
| 6 | 2.80 | 2.50 | 2.85 | 2.95 | 2.95 | 2.90 | 3.40 |
| 7 | 2.60 | 2.55 | 2.70 | 2.70 | 2.95 | 2.80 | 3.15 |

Оценить влияние фактора А (мощность жилы), фактора В (глубина ее залегания), а также их совместные влияние на среднее содержание разведываемого компонента. Исходные данные (содержание разведываемого компонента) приведены в таблице 6. Уровни фактора А: 1- мощность от 5 до 15 см; 2 – от 15 до 25 см; 3 – от 25 до 35 см; 4 – от 35 до 45 см; уровни фактора В: 1 – верхний горизонт; 2 – средний; 3 – нижний.

Таблица 6

| Уровни фактора А | Уровни фактора В | | | | | | | | |
|------------------|------------------|----|----|---|----|----|---|---|----|
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 | 7 |
| 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 5 | 8 | 3 | 8 | 10 |
| 3 | 1 | 4 | 10 | 2 | 2 | 11 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | 5 | 10 | 12 | 2 | 10 | 15 | 3 | 7 | 10 |

Корреляционный анализ (КА)

12. Понятие и задачи КА. Парная и множественная корреляция.

Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Пашкевич О.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>.— ЭБС «IPRbooks».

[Берикашвили В. Ш.](#) Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : Учебное пособие / В. Ш. Берикашвили [и др.] .— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 164 .— Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> .— Internet access .— ISBN 978-5-534-09216-5 : 449.00 .— <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449>> .—

<URL:<https://www.biblio-online.ru/book/cover/65554755-6274-43D8-857A-B27B05FD2874>>.

[Волкова П. А.](#) Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах : Учебное пособие .— 1 .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 96 с. — ISBN 9785911345761 .— <URL:<http://znanium.com/go.php?id=556479>>.

Результаты анализа проб руды на элементы X и Y приведены в таблице 7. Необходимо установить, существует ли линейная связь между изменениями содержания элементов в рудах?

Таблица 7

| X | Содержание элементов | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.6 |
| Y | 1.1 | 4.4 | 2.3 | 3.9 | 1.5 | 2.2 | 2.6 | 4.2 | 1.9 | 5.5 | 2.9 | 2.4 | 4.2 | 2.6 | 4.8 |

Оцените выборочный коэффициент корреляции между изменениями содержаний Al_2O_3 и FeO в изучаемых породах на основе имеющихся результатов анализа 25 проб:

Таблица 7

| Al_2O_3 | FeO | Al_2O_3 | FeO | Al_2O_3 | FeO | Al_2O_3 | FeO | Al_2O_3 | FeO |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| 14.45 | 0.6 | 14.60 | 0.8 | 13.30 | 0.27 | 13.45 | 0.32 | 14.55 | 0.70 |
| | 5 | | 0 | | | | | | |
| 13.90 | 0.5 | 14.75 | 1.6 | 13.40 | 0.42 | 13.65 | 0.28 | 13.80 | 0.38 |
| | 1 | | 8 | | | | | | |
| 14.30 | 0.4 | 14.80 | 1.4 | 13.95 | 0.40 | 14.05 | 0.33 | 14.20 | 0.47 |
| | 3 | | 5 | | | | | | |
| 14.15 | 0.3 | 14.85 | 0.5 | 14.00 | 0.52 | 14.10 | 0.44 | 14.40 | 0.90 |

| | | | | | | | | | |
|-------|----------|-------|----------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 7 | | 3 | | | | | | |
| 13.75 | 0.5 2 | 12.25 | 1.8 0 | 14.40 | 0.55 | 14.50 | 0.92 | 13.85 | 0.40 |

Регрессионный анализ (РА)

13. Понятие и задачи РА. Линейная и нелинейная регрессия. Множественная регрессия. 2 Пашкевич О.И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Пашкевич О.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html>.— ЭБС «IPRbooks».

[Берикашвили В. Ш.](#) Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : Учебное пособие / В. Ш. Берикашвили [и др.] .— 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 164 .— Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> .— Internet access .— ISBN 978-5-534-09216-5 : 449.00 .— <URL:<https://www.biblio-online.ru/book/statisticheskaya-obrabotka-dannyh-planirovanie-eksperimenta-i-sluchaynye-processy-427449>> .—

<URL:<https://www.biblio-online.ru/book/cover/65554755-6274-43D8-857A-B27B05FD2874>>.

[Волкова П. А.](#) Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах : Учебное пособие .— 1 .— Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 .— 96 с. — ISBN 9785911345761 .— <URL:<http://znanium.com/go.php?id=556479>>.

Установите аналитическое выражение связи между основным элементов X, элементом-примесью Y в рудах одного из месторождений ($r_{xy}=0.906$; $\hat{x}=12.33$; $\hat{y}-1.05$; $s(x)=2.334$; $s(y)=0.50$).

Оцените аналитическую зависимость $y=a_0+a_1x+a_2x^2$ на основании обработки данных методом наименьших квадратов:

| | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| X _i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Y _i | 1 | 4 | 13 | 28 | 49 | 76 | 109 | 148 | 193 | 244 |

ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЫ

Примеры типовых задач:

1. Определить коэффициент абсолютной проницаемости цилиндрического образца горной породы при создании плоскопараллельной фильтрации через него керосина, если известны:

| Параметры. | Значения параметров. | |
|--------------------------------|----------------------|---|
| | Исходное. | В системе СИ. |
| Диаметр образца | 2 см | 0,02м |
| Длина | 3,14 см | 0,0314м |
| Динамическая вязкость керосина | 1 сПз | 1×10^{-3} Па с |
| Перепад давления | 1 атм | $9,8 \times 10^4$ Па |
| Расход жидкости | 1 мл/мин | $1,67 \times 10^{-8}$ м ³ /сек |

2. Определить коэффициент абсолютной проницаемости цилиндрического образца горной породы при создании плоскопараллельной фильтрации через него азота, если известны:

| Параметры. | Значения параметров. | |
|-----------------------------|----------------------|---|
| | Исходное. | В системе СИ. |
| Диаметр образца | 2 см | 0,02м |
| Длина | 3,14 см | 0,0314м |
| Динамическая вязкость азота | 10-2 сПз | 1×10^{-4} Па с |
| Перепад давления | 1 атм | $9,8 \times 10^4$ Па |
| Давление на выходе | 1 атм | $9,8 \times 10^4$ Па |
| Расход жидкости | 1 мл/мин | $1,67 \times 10^{-8}$ м ³ /сек |

3. Определить открытую и полную пористости горной породы, объемы образца горной породы, открытых и закрытых пор и твердой фазы, если порода исследовалась методом Преображенского. Данные опыта представлены в таблице:

| Масса образца горной породы г. | | | Плотность жидкости насыщения кг/м ³ . (г/см ³) | Истинная плотность горной породы г/см ³ (кг/м ³) |
|--------------------------------|--|--|---|---|
| Высушенного М ₀ г | Насыщенного жидкостью М ₁ г | Насыщенного и взвешенного в этой же жидкости М ₂ г (кг) | | |
| 25 | 29 | 14 | 1010 (1,010) | 2,50 |

4. Определить балансовые и извлекаемые запасы круговой залежи нефти, если известны: Диаметр залежи – 10 км. (10 000 м);

Средняя толщина продуктивных пластов (β)– 20 м.;

Коэффициент открытой пористости (m)– 0,15;

Коэффициент начальной водонасыщенности (k_b) – 0,25;

Объемный коэффициент нефти (b) – 1,2 ($\theta=1/b=0,83$);

Проектный коэффициент нефтеотдачи – 0,3.

5. Обработать данные эксперимента по определению коэффициента карбонатности горных пород объемным методом на приборе Кларка и определить карбонатность и тип горной породы.

| Масса навески горной породы мг. | Начальный объем жидкости в измерительном цилиндре (V ₂) мл. | Конечный объем жидкости в измерительном цилиндре (V ₁) мл. | Объем соляной кислоты (V _к) мл. | Температура опытов град С. | Барометрическое давление опыта мм.рт.ст |
|---------------------------------|---|--|---|----------------------------|---|
| 324 | 15 | 65 | 10 | 20 | 764 |

6. Определить истинную плотность минералов, слагающих образец горной породы при использовании стеклянного пикнометра и в качестве жидкости раствор хлористого кальция с плотностью 1175 кг/м³

| Масса пикнометра г. | | | |
|---|---|---|--|
| Высушенного и взвешенного в воздухе М ₀ (кг) | С жидкостью и взвешенного в воздухе М ₁ (кг) | Сухого с навеской горной породы и взвешенного в воздухе М ₂ (кг) | С жидкостью и навеской горной породы и взвешенного в воздухе М ₃ (кг) |
| 240 (240×10 ⁻³) | 390 (390×10 ⁻³) | 250 (250×10 ⁻³) | 394,5 (394,5×10 ⁻³) |

7. Определить начальный коэффициент нефтенасыщенности образца горной породы, исследуемого в приборе Дина и Старка для исходных данных:

| Масса насыщенного образца горной породы до экстрагирования М ₀ г | Масса сухого образца горной породы после экстрагирования М ₁ г | Объем воды в ловушке прибора в конце опыта V _в мл. | Плотность пластовой воды в образце горной породы г/см ³ | Плотность нефти в образце горной породы кг/м ³ |
|---|---|---|--|---|
| 35 | 31,5 | 0,5 | 1,030 | 905 |

8. Определить коэффициент объемной упругости образца горной породы цилиндрической формы, диаметром 25 мм, и длиной 30 мм, насыщенного жидкостью, если коэффициент сжимаемости жидкости составляет – 0,000945 1/МПа.

| Начальное давление опыта Р ₀ мм.рт.ст | Давление в конце опыта Р _к кгс/см ² | Начальный объем жидкости в измерительной бюретке для Р ₀ см ³ | Объем жидкости в конце опыта для Р _к см ³ | Коэффициент пористости % | |
|--|---|---|---|--------------------------|-----------------------|
| | | | | Открытой m ₀ | Полной m _n |
| 785 | 38 | 26 | 27 | 16 | 20 |

Примерные темы курсовых работ:

1. Статистическая обработка данных при проверке геологических гипотез.
2. Проверка гипотезы о существовании корреляционной связи между свинцом и золотом в рудах полиметаллического месторождения. Редактирование файла

данных. Использование корреляционных связей для предсказания свойств геологических объектов.

3. Проверка гипотезы о существовании корреляционной связи между содержанием гидрослюды в углях и зольностью углей на территории Сулино-Садкинского геолого-промышленного района Восточного Донбасса. Использование корреляционных связей для предсказания свойств геологических объектов.
4. Оценка содержания попутного полезного компонента в полиметаллических рудах с помощью корреляционного анализа и уравнения регрессии.
5. Выделение ассоциаций химических элементов, классификация признаков и точек наблюдения, выбор информативных признаков оруденения, идентификация и прогнозная оценка геологического объекта с использованием методов корреляционного, кластерного, факторного анализов. Графическое изображение значений прогнозного фактора по поисковому профилю.

Фактический экспериментальный материал для выполнения заданий курсовой работы выдаются преподавателем после обсуждения выбранной темы с обучающимся.

Вопросы к экзамену по Петрофизике:

1. Определение дисциплины «Петрофизика». Научное и практическое значение, место в системе наук о Земле.
2. Горные породы и их модели в петрофизике.
3. Классификация физических свойств горных пород.
4. Неоднородность горных пород, причины изменчивости, характеристики.
5. Пористость горных пород. Типы пористости и определяющие ее факторы. Лабораторные способы определения.
6. Пористость осадочных, магматических и метаморфических пород.
7. Глинистость. Удельная поверхность и извилистость. Определяющие факторы.
8. Влажность, влагоемкость, химически связанная вода. Определяющие факторы. Лабораторные способы определения.
9. Остаточная вода горных пород. Лабораторные способы ее определения.
10. Двойной электрический слой. Его происхождение, строение и свойства.
11. Смачиваемость поверхности твердой фазы. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
12. Коэффициенты нефте-, газо- и водонасыщения природных коллекторов. Способы определения.
13. Проницаемость горных пород. Определение. Уравнение Дарси. Связь с другими коллекторскими свойствами.
14. Коэффициенты абсолютной, фазовой и относительной проницаемости горных пород. Определяющие факторы, способы определения.
15. Проницаемость различных типов горных пород. Изменение проницаемости пород с глубиной залегания.
16. Плотность горных пород. Определение. Основные зависимости. Способы определения.
17. Плотность различных типов горных пород. Зависимость плотности от термобарических условий.
18. Магнитные свойства горных пород. Типы и основные характеристики магнетизма.
19. Магнитные свойства различных типов горных пород.
20. Удельное электрическое сопротивление (УЭС). УЭС минералов и фаз породы. Электропроводность пористых сред, зависимость от глинистости, насыщения и других факторов.
21. УЭС полностью водонасыщенных пород. Параметр пористости и его значение для интерпретации геофизических данных.

22. УЭС частично водонасыщенных пород. Параметр насыщения и его значение для интерпретации геофизических данных.
23. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород. Физико-химические основы, связь с другими характеристиками пород.
24. Диэлектрическая проницаемость. Теория, экспериментальные данные, связь с другими свойствами горных пород.
25. Поляризация горных пород. Физико-химические основы, связь с другими параметрами горных пород.
26. Упругие параметры физических тел. Модули и коэффициенты упругости, понятие об идеально- и дифференциально- упругих средах.
27. Распространение упругих волн в многофазной горной породе. Сейсмические скорости. Уравнение среднего времени.
28. Затухание упругих волн.
29. Тепловые параметры физических тел. Определения основных характеристик. Связь тепловых параметров с другими свойствами горных пород.
30. Ядерно-физические свойства пород. Типы ядерных распадов, их характеристики.
31. Естественная радиоактивность. Закон ρ/λ распада. Взаимодействие гамма-излучения с веществом и их петрофизическая информативность.
32. Нейтронные свойства горных пород. Определение нейтронов, типы их взаимодействия с веществом. Нейтронные свойства горных пород.
33. Взаимосвязь физических свойств горных пород. Типы, природа и характер связей. Методы исследования связей.
34. Петрофизика как основа интерпретации геофизических данных (на примере интерпретационной модели ГИС). Использование петрофизических данных для литологического расчленения разрезов скважин, выделение коллекторов и оценки характера их насыщения.
35. Петрофизика при оценке подсчетных параметров нефтегазоносных залежей.
36. Петрофизическое районирование, петрофизические разрезы. Геологическое значение петрофизических карт и разрезов.

Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)

Проведение промежуточной аттестации происходит в виде экзамена. Задание на экзамене содержит теоретический вопрос и практическую задачу.

Практическая часть: наличие всех отчетов о выполнении лабораторных работ.

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает» | Вид задания |
|--|-----------------|
| Сформулируйте развернутый ответ на теоретический вопрос из экзаменационного билета | - теоретический |

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет» | Вид задания |
|--|----------------|
| Решите задачу из экзаменационного билета на определение различного типа петрофизических характеристик горных пород | - практический |

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Владеет» | Вид задания |
|---|----------------|
| Защита отчета одного из лабораторных заданий | - практический |

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания

Этап: Проведение текущего контроля успеваемости

Схема оценивания правильности выполнения индивидуальной работы (предлагается задачи).

| Тип задания | Проверяемые компетенции | Критерии оценки | Оценка |
|-----------------------|---------------------------|---|---------------|
| Индивидуальная работа | ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1 | Оба задания работы выполнены в целом верно, но решение одного из заданий может содержать незначительные технические ошибки. | Аттестован |
| | | Не выполнено хотя бы одно из двух заданий работы. | Не аттестован |

Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине

В билете на экзамене содержится:

теоретический вопрос и два практических задания. Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно». Общая оценка выставляется по следующей схеме оценивания ответа на экзамене.

| Задания на зачете | Проверяемые компетенции | Оценка | Набранные баллы |
|--|---------------------------|---------------------|-----------------|
| Теоретический вопрос | ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1 | Отлично | 5 |
| | | Хорошо | 4 |
| | | Удовлетворительно | 3 |
| | | Неудовлетворительно | 2 |
| Практическое задание № 1 (решение задачи) | ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1 | Отлично | 5 |
| | | Хорошо | 4 |
| | | Удовлетворительно | 3 |
| | | Неудовлетворительно | 2 |
| Практическое задание № 2 (защита отчета лабораторной работы) | ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1 | Отлично | 5 |
| | | Хорошо | 4 |
| | | Удовлетворительно | 3 |
| | | Неудовлетворительно | 2 |
| Общая оценка | ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1 | Отлично | 5 |
| | | Хорошо | 4 |
| | | Удовлетворительно | 3 |
| | | Неудовлетворительно | 2 |