

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



М.В. Пименов
2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Сейсморазведка

Направление подготовки бакалавриата
21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль подготовки бакалавриата
Геолого-геофизический сервис

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

| Статус | ФИО | Подпись | Дата |
|--------------------------------|---------------|---------|----------|
| Преподаватель-разработчик | Артемьев А.Е. | | 25.10.21 |
| Председатель НМК | Волкова Е.Н. | | 25.10.21 |
| Заведующий кафедрой | Волкова Е.Н. | | 25.10.21 |
| Специалист Учебного управления | | | |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сейсморазведка» являются:

- изучение физических и геологических основ сейсморазведки;
- техники, методики и технологии сейсморазведки;
- овладение основными приёмами обработки и интерпретации сейсморазведочных материалов с целью решения геологических задач сейсморазведочных исследований;
- умение использовать полученные знания на практике.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Сейсморазведка» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП и читается в 5 семестре. Для её усвоения студенту необходимы знания, полученные по «Математика», «Физика», «Общая геология», «Геофизика».

Сведения из данной дисциплины будут необходимы при изучении таких дисциплин как «Прогнозирование геологического разреза по геофизическим данным».

3. Результаты обучения по дисциплине

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|--|---|
| ПК-2 Способен анализировать, оценивать и обобщать геолого-геофизическую информацию по объектам подсчета углеводородного сырья | 1.1_Б.ПК-2. Осуществляет сбор и подготовку геолого-геофизической информации к подсчету запасов 1.2_Б.ПК-2. Проводит анализ геолого-геофизической информации по объектам подсчета углеводородного сырья 1.3_Б.ПК-2. Проводит оценку ресурсов, подсчет и пересчет запасов углеводородов | Знает основы теории регистрации геофизических полей. Умеет осуществлять действия по проведению полевых геофизических работ. Владеет навыками фиксирования данных наблюдения геофизического поля с учетом правил проведения измерений. |

| | | |
|---|--|--|
| <p>ПК - 4 Способен осуществлять обработку наземных геофизических данных</p> | <p>1.1_Б.ПК-4. Обеспечивает технические и документационные условия для проведения работ по обработке наземных геофизических данных 1.2_Б.ПК-4. Самостоятельно проводит обработку полученных наземных геофизических данных 1.3_Б.ПК-4. Руководит работой по обработке полученных наземных геофизических данных</p> | <p>Знать методы и технологии обработки наземных геофизических данных с использованием специализированных, программных комплексов, их возможности и ограничения, специализированные программные комплексы и алгоритмы обработки геофизических данных и оценку эффективности их применения, специализированные процедуры обработки данных, направленных на повышение информативности наземных геофизических данных.</p> <p>Уметь применять методы и технологии обработки наземных геофизических данных с использованием специализированных, программных комплексов с учетом их возможностей и ограничений, выбирать, специализированные программные комплексы и алгоритмы обработки геофизических данных и оценивать эффективность их применения, применять специализированные процедуры обработки данных, направленные на повышение информативности наземных геофизических данных.</p> <p>Владеть методами и технологиями обработки наземных геофизических данных с использованием специализированных, программных комплексов с учетом их возможностей и ограничений, специализированными программными комплексами и алгоритмами обработки геофизических данных и оценкой эффективности их применения, специализированными процедурами обработки данных, направленных на повышение информативности наземных геофизических данных.</p> |
|---|--|--|

| | | |
|---|--|---|
| <p>ПК-5 Способен осуществлять интерпретации наземных геофизических данных</p> | <p>1.1_Б.ПК-5. Обеспечивает технические и документационные условия для проведения работ по интерпретации наземных геофизических данных 1.2_Б.ПК-5. Самостоятельно проводит интерпретацию полученных наземных геофизических данных 1.3_Б.ПК-5. Руководит работой по интерпретации полученных наземных геофизических данных</p> | <p>Знать корреляционные, статистические, спектральные представления геофизических полей, способы, методы и алгоритмы интерпретации наземных геофизических данных с использованием специализированных программных комплексов, специализированные программные комплексы интерпретации наземных геофизических данных, правила выделения полезной информации, навыки корреляции и выделения геофизических аномалий с последующим прогнозированием свойств горных пород, построением цифровых геолого-геофизических моделей, прогнозных карт, разрезов, диаграмм и т.д.</p> <p>Уметь применять корреляционные, статистические, спектральные представления геофизических полей, применять способы, методы и алгоритмы интерпретации наземных геофизических данных с использованием специализированных программных комплексов, применять специализированные программные комплексы интерпретации наземных геофизических данных, выделяя полезную информацию, использовать навыки корреляции и выделения геофизических аномалий с последующим прогнозированием свойств горных пород, построением цифровых геолого-геофизических моделей, прогнозных карт, разрезов, диаграмм и т.д.</p> <p>Владеть корреляционными, статистическими, спектральными представлениями о геофизических полях, способами, методами и алгоритмами интерпретации наземных геофизических данных с использованием специализированных программных комплексов, специализированными программными комплексами</p> |
|---|--|---|

| | | |
|--|--|--|
| | | интерпретации наземных геофизических данных, выделяя полезную информацию, навыками корреляции и выделения геофизических аномалий с последующим прогнозированием свойств горных пород, построением цифровых геолого-геофизических моделей, прогнозных карт, разрезов, диаграмм и т.д. |
|--|--|--|

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 часов.

| №№ п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации |
|-----------|---|---|--------------------|--|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | Лекции | Лабораторные занятия | | Самост оятель ная работа | |
| | | | | | Общая трудоемк ость | Из них Лаб. Практ. подг | | |
| 1 | | Раздел 1 Физические основы сейсморазведки | | | | | | |
| 2 | Тема 1.1 Элементы теории деформаций и напряжений | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос Контрольная работа №1 |
| 3 | Тема 1.2 Упругие волны | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | Контрольная работа №2 |
| 4 | Тема 1.3 Геометрическая сейсмика | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |
| 5 | Тема 1.4 Отражение, преломление и дифракция | 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос Реферат |
| 6 | Тема 1.5 Модели сейсмических сред | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |
| 7 | | 5 | | | | | | |
| 8 | Тема 2.1 Сейсмические свойства горных | 5 | 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |

| | | | | | | | | |
|----|--|---|----|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | пород | | | | | | | |
| 9 | Тема 2.2 Связь волнового поля с геологической средой | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос Лабораторная работа № 1 |
| 12 | Раздел 3 Возбуждение и регистрация сейсмических сигналов | | | | | | | |
| 13 | Тема 3.1 Источники упругих волн | 5 | 8 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |
| 14 | Тема 3.2 Регистрация сейсмических колебаний | 5 | 9 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |
| | Раздел 4. Виды и методы сейсморазведки | | | | | | | |
| 15 | Тема 4.1 Критерии классификации | 5 | 10 | 1 | 2 | 2 | 2 | Устный опрос |
| 16 | Тема 4.2 Виды и методы | 5 | | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос |
| 17 | Раздел 5 Методика и технология сейсморазведки | 5 | 11 | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос Реферат |
| 18 | Раздел 6 Кинематика сейсмических волн | 5 | 12 | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос |
| 19 | Раздел 7 Сейсморазведочная аппаратура | | | | | | | |
| 20 | Тема 7.1 Цифровая регистрация сейсмических сигналов | 5 | 13 | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос |
| 21 | Тема 7.2 Сейсморегистрирующие системы | 5 | 14 | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос |
| 22 | Раздел 8 Обработка и интерпретация сейсмических материалов | | | | | | | |
| 23 | Тема 8.1 Обработка сейсморазведочной информации | 5 | 15 | 1 | 2 | 2 | 1 | Устный опрос |
| 24 | Тема 8.2 Интерпретация сейсморазведочных данных | 5 | 16 | 2 | 4 | 4 | 1 | Устный опрос |
| 25 | Промежуточная аттестация – 27 ч. | 5 | | | | | | Экзамен |
| 26 | Итого – 108 ч. | 5 | | 18 | 36 | 36 | 27 | 9 |

4.2. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Физические основы сейсморазведки

Тема 1.1 Элементы теории деформаций и напряжений

Упругие деформации. Упругие напряжения. Связь между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука. Коэффициенты упругости.

Уравнения движения упругой среды. Приведение уравнений теории упругости к уравнению Ламэ.

Тема 1.2 Упругие волны

Волновое уравнение. Продольные и поперечные волны. Решение волнового уравнения. Понятие волны. Формула Кирхгофа. Гармоническая волна, ее основные параметры. Понятие об интеграле Фурье. Плоские и сферические волны. Геометрическое расхождение и поглощение волны.

Тема 1.3 Геометрическая сейсмика

Основные принципы геометрической сейсмики. Поле времен. Уравнение эйконала. Дифференциальные уравнения лучей.

Тема 1.4 Отражение, преломление и дифракция

Законы отражения и преломления. Монотипные и обменные волны. Головные, рефрагированные и дифрагированные волны. Поверхностные волны.

Тема 1.5. Модели сейсмических сред

Понятие модели. Классификация моделей среды в сейсморазведке по Е.А. Козлову. Сплошная, несплошная, упругая, неупругая, анизотропная, изотропная, однородная, неоднородная среды. Модель горизонтально-слоистой среды.

Теоретические материалы раздела 1 закрепляются на лабораторных занятиях.

Требования к семинарским занятиям – студент должен уметь самостоятельно сделать необходимые математические выкладки и показать понимание сущности изучаемых физических явлений. Для этого требуется обязательная самостоятельная работа студента по подготовке к семинарским занятиям.

Учебный материал – конспекты лекций, учебники.

Раздел 2. Геологические основы сейсморазведки

Тема 2.1 Сейсмические свойства горных пород

Скорости распространения упругих колебаний в горных породах. Факторы, влияющие на скорости сейсмических волн. Уравнение среднего времени. Сейсмогеологические условия.

Тема 2.2 Связь волнового поля с геологической средой

Аналитическое представление сейсмических колебаний. Модель сейсмической трассы. Импульсная и синтетическая сейсмограммы. Полезные волны и волны-помехи.

Раздел 3. Возбуждение и регистрация сейсмических сигналов

Тема 3.1 Источники упругих волн

Классификация источников. Взрывные источники упругих волн. Импульсные невзрывные источники сейсмических волн. Вибрационные источники. Основы теории вибросейсморазведки.

Тема 3.2 Регистрация сейсмических колебаний

Сейсмоприемники. Сейсморазведочные станции.

Раздел 4. Виды и методы сейсморазведки

Тема 4.1 Критерии классификации

Типы используемых волн. Детальность съемки. Ортогеографический признак. Геологические задачи.

Тема 4.2 Виды и методы

Сейсморазведка МОВ-МОГТ, МПВ-КМПВ. Сейсморазведка поперечными и обменными волнами. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП). Инженерная сейсмика. Рудная сейсморазведка. Сейсморазведка нефтяных и газовых месторождений. Морская и речная сейсморазведка. Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ). Опытные методические работы в сейсморазведке. Сейсмический мониторинг.

Раздел 5. Методика и технология сейсморазведки

Системы наблюдения в МОГТ-2D. Геометрия систем наблюдения в МОГТ-3D. Основные принципы выбора параметров систем наблюдения.

Раздел 6. Кинематика сейсмических волн

Прямая и обратная кинематические задачи сейсморазведки. Лучевой метод решения прямой задачи сейсморазведки. Кажущаяся скорость. Закон Бенндорфа. Понятие годографа. Поверхностный и линейный годографы. Годограф прямой волны. Годографы отраженных волн. Годограф дифрагированной волны. Годограф преломленной (головной) волны. Вертикальный годограф. Соотношение годографов различных типов волн. Годографы волн в многослойных и градиентных средах.

Раздел 7. Сейсморазведочная аппаратура

Тема 7.1 Цифровая регистрация сейсмических сигналов

Преобразование непрерывного (аналогового) сигнала в цифровую форму. Дискретизация по времени, квантование по уровням, помехи, возникающие при преобразовании.

Тема 7.2 Сейсморегистрирующие системы

Линейные сейсморазведочные станции на примере Прогресс-Л. Телеметрические сейсморазведочные системы. Состав и основные характеристики Прогресс-ТЗ. Особенности некоторых других телеметрических систем.

Раздел 8. Обработка и интерпретация сейсмических материалов

Тема 8.1 Обработка сейсморазведочной информации

Цели и задачи обработки. Понятие о форматах сейсмической записи на примере SEG-Y. Оперативная обработка и контроль качества. Регулировка усиления (АРУ, коррекция за сферическое расхождение, учет неидентичности условий возбуждения и приема). Частотная фильтрация сейсмических записей. Виды частотных фильтров. Обратная фильтрация. Определение априорных статических поправок. Автоматическая коррекция статических поправок. Методы определения кинематических поправок (переборы скоростей, спектры скоростей). Мьютинг. Подавление волн-помех. Сортировка сейсмических трасс. Получение суммарного временного разреза. Обработка временного разреза. Сейсмическая миграция. Глубинная миграция до суммирования. Граф обработки материалов МОГТ.

Тема 8.2 Интерпретация сейсморазведочных данных ?

Геосейсмическое моделирование. Стратиграфическая привязка сейсмических горизонтов. Корреляция осей синфазности на временных разрезах. Построение карт изохрон и карт ΔT . Построение скоростных зависимостей по методу наименьших квадратов. Построение структурных карт и карт изопахит. Построение карт интервальных скоростей. Критерии выделения разрывных нарушений. Выявление неструктурных объектов. Понятие о динамической интерпретации. Анализ мгновенных параметров и других атрибутов сейсмической записи. Сейсмическая инверсия. Понятие об AVO-анализе. Прогноз фильтрационно-емкостных свойств горных пород.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В процессе реализации рабочей программы дисциплины «Сейсморазведка» используются:

- лекции с применением персонального компьютера с проектором;
- собеседования перед получением задания на выполнение лабораторной работы и представлении отчётных материалов;
- текущий компьютерный контроль уровня усвоения материала;
- сейсморазведочные регистрирующие системы Прогресс-Л и ТЭЛСС;
- лабораторные работы с использованием персональных компьютеров и специализированного программного обеспечения (SeisSee, RadExProPlus, SeisWin, OpendTect и др.);
- проведение занятий в обрабатывающих центрах ведущих геофизических предприятий города;
- встречи с ведущими специалистами-сейсморазведчиками.

При проведении практической подготовки в рамках лабораторных занятий основная часть отведенного времени посвящается решению задач, которые позволяют студентам приобрести навыки обработки и интерпретации наземных геофизических данных. Задания к практическим (лабораторным) работам выдаются преподавателем согласно рабочей программы дисциплины.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами и лицами с ОВЗ, использование средств дистанционного общения.

Для обеспечения дифференцированного подхода обеспечивается многоуровневая подача материала в соответствии с индивидуальными особенностями, предоставление учащимся права выбора целей, средств, форм работы, организация работы учащихся в малых группах, самостоятельная работа в собственном диапазоне возможностей, оценка достижения учащихся в соответствии с их возможностями.

Адаптивные образовательные технологии при обучении студентов-

инвалидов и студентов с ОВЗ реализуются с учетом особенностей этапов обучения:

адаптации и овладения основами обучения,

- интеграции в коллектив, накопления опыта социально-адаптированного поведения и учебной деятельности;
- введения в профессионально-практическую деятельность и накопления практико-ориентированного опыта;
- овладения основами профессиональной деятельности;
- результативный этап.

Каждый этап предусматривает свою специфику сопровождения. В зависимости от этапа обучения и принадлежности студента к учебной группе используется сопровождение тьюторов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов направлена на активное усвоение текущего материала дисциплины.

Виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- проведение необходимых расчетов на ПЭВМ при выполнении лабораторных работ в неаудиторное время;
- библиографический поиск для подготовки рефератов;
- подготовка к контрольным работам на лабораторных занятиях.

Темы лабораторных работ:

1. Элементы теории деформации и напряжений
2. Упругие волны
3. Геометрическая сейсмика
4. Отражение, преломление и дифракция
5. Сейсмические свойства горных пород
6. Источники упругих волн
7. Критерии классификации видов
8. Кинематика сейсмических волн
9. Цифровая регистрация сейсмических сигналов
10. Сейсморегистрирующие системы
11. Теоретические положения спектрального анализа
12. Теоретические положения статистического анализа
13. Методы спектрального анализа в задачах сейсморазведки
14. Методы статистического анализа в задачах сейсморазведки
15. Обработка сейсморазведочной информации
16. Интерпретация сейсморазведочных данных

Темы рефератов:

По теории метода сейсморазведки:

1. Напряжения и деформации.

2. Уравнения движения упругой среды.
3. Поле времен.
4. Основные законы и принципы геометрической сейсмологии.
5. Продольные и поперечные волны.
6. Полезные волны и волны-помехи.
7. Обменные волны.
8. Многократные отражения.
9. Дифрагированные волны.
10. Головные и рефрагированные волны.
11. Роль ЗМС в сейсморазведке.

По методике сейсморазведки:

12. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).
13. Метод ОГТ.
14. Азимутальные наблюдения в сейсморазведке.
15. Невзрывные источники сейсмических волн.
16. Вибросейс.
17. Группирование источников и приемников в сейсморазведке.
18. Акустический каротаж в сейсморазведке.
19. Глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ).
20. Рудная сейсморазведка.
21. Инженерная сейсмология.
22. Морская сейсморазведка.

По обработке и интерпретации данных сейсморазведки:

23. Основные принципы цифровой обработки сейсмических записей.
24. Кинематические и статические поправки в МОГТ.
25. Способы определения $V_{\text{ОГТ}}$, $V_{\text{эф}}$, пластовой и средней скоростей.
26. Частотная фильтрация сейсмических сигналов.
27. Сейсмические сигналы и их спектры.
28. Многоканальная фильтрация.
29. Обратная фильтрация (деконволюция).
30. Дифракционное преобразование сейсмических записей.
31. Современные способы сейсмической миграции.
32. Фокусирование сейсмических волн.
33. Лабораторные приемы выделения полезных волн в сейсморазведке.
34. Синтетические сейсмограммы.
35. Динамические параметры сейсмических волн.
36. Сейсморазведка рифогенных образований.
37. Прямой прогноз нефтегазоносности по сейсмическим данным.
38. Особенности сейсморазведки с целью ПГР.
39. Сейсмостратиграфия.
40. Основные задачи, решаемые с помощью спектрального анализа в сейсморазведке.
41. Основные задачи, решаемые с помощью статистических методов в сейсморазведке.

42. Развитие методов спектрального анализа (на примере сейсморазведки).
43. Обоснование высокоразрешающих сейсморазведочных систем на базе методов спектрального анализа.
44. Вероятностный прогноз коллекторов по данным сейсморазведки и ГИС.
45. Проблемы оценки надежности структур, подготавливаемых к глубокому бурению сейсморазведкой.
46. Проблемы оценки точности построения структурных карт в сейсморазведке.
47. Спектрально-временной анализ сейсмических данных.
48. Вейвлет-анализ в сейсморазведке.
49. Спектральный анализ нестационарных процессов в сейсморазведке.
50. Обоснование выбора аляйсинг-фильтра при регистрации сейсмических данных.
51. Вертикальная и горизонтальная разрешающая способность сейсморазведки.
52. Спектральные характеристики тонкослоистых разрезов.
53. Применение преобразования Гильберта в сейсморазведке.
54. Проблема обоснования оптимальных управляющих сигналов в вибросейсморазведке.
55. Применение корреляционных функций в сейсморазведке.

Пример контрольной работы по сейсморазведке на тему вычисление дискретной свертки

Даны две временные последовательности: $a\{a_0, a_1, a_2\}$ и $b\{b_0, b_1, b_2\}$. Найти свертку $S=a*b$.

Указания: записать формулу дискретной свертки, проиллюстрировать вычисление свёртки, как операции геометрического сдвига, записать расчетные формулы для вычисления элементов свертки. Записать ответ в виде $S\{S_0, S_1, S_2, S_3, S_4\}$.

Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Что такое сейсморазведка, ее роль при поисках месторождений нефти и газа?
2. Что такое сейсмические волны?
3. Как записать волновое уравнение?
4. В чем отличие продольных и поперечных волн?
5. Какие волновые характеристики Вы знаете?
6. Что такое поле времен и каково аналитическое выражение, его описывающее?
7. Как формулируются основные принципы геометрической сейсмики?
8. В чем выражается связь волновой и геометрической сейсмики?

9. Что такое кажущаяся скорость?
10. Как записать обобщенный закон отражения-преломления (закон Снеллиуса)?
11. Что такое "волновое сопротивление"?
12. Как определить коэффициенты отражения и прохождения на границе?
13. Что такое поверхностные волны и каковы их особенности?
14. Что такое обменные волны и каковы их особенности?
15. Каковы условия образования головных преломленных волн?
16. В чем особенности распространения волн в однородных и градиентных средах?
17. Что такое сейсмическая тонкослоистость среды?
18. Какие границы называются незеркальными?
19. Что такое дифрагированные волны и каковы их отличительные особенности?
20. В чем состоит особенность распространения сейсмических волн в реальных средах?
21. Как зависит скорость распространения сейсмических волн от геологических факторов?
22. Что такое пластовая (интервальная) и средняя скорость?
23. Какие факторы определяют сейсмогеологические условия изучаемой площади?
24. Что такое ЗМС и ВЧР?
25. В чем отличия полезных волн и волн-помех?
26. Какова классификация волн-помех?
27. Что означает решить прямую задачу сейсморазведки?
28. Что представляют годографы основных типов волн и каково их аналитическое выражение?
29. Что такое "линия t_0 "?
30. Как соотносятся глубинный и временной разрез?
31. Какими свойствами обладают линейные системы?
32. В чем принципиальные и конструктивные отличия электродинамических и пьезоэлектрических сейсмоприемников?
33. В чем отличие и каковы особенности аналоговой и цифровой регистрации сейсмических сигналов?
34. Что такое динамический диапазон сейсмического канала?
35. Какие современные сейсморегирующие системы Вы знаете?
36. Какие способы визуализации Вы знаете и в чем принципиальное отличие различных устройств визуализации?
37. Какие источники возбуждения сейсмических волн Вам известны?
38. Что такое система наблюдения?
39. Каковы особенности систем наблюдения МОГТ?
40. Какие виды и методы сейсморазведки Вам известны?
41. В чем особенности морской сейсморазведки?
42. Что такое интерференционная система?

43. Каков смысл обобщенной характеристики интерференционной системы?
44. Что такое коэффициент направленного действия (КНД)?
45. Каков максимальный теоретический выигрыш при использовании интерференционной системы для выделения полезного сигнала на фоне регулярных и нерегулярных помех?
46. Что такое статические поправки, как они определяются?
47. Что такое кинематические поправки, их назначение?
48. Каков граф стандартной обработки сейсмозаписей МОГТ?
49. Что отличает специальную обработку?
50. Охарактеризуйте одноканальную фильтрацию в частотной и временной областях?
51. Каковы критерии оптимизации фильтров?
52. Какие способы определения скоростных характеристик волн Вы знаете?
53. Какие факторы влияют на точность определения эффективной скорости?
54. Какие способы построения сейсмических границ Вам известны?
55. Что такое миграция в сейсмике?
56. Какими средствами достигается подавление многократных отражений?
57. От чего зависит точность результативных построений?
58. Каковы цели динамической интерпретации сейсмических данных?
59. Какие динамические характеристики сейсмических волн используются для ПГР?
60. Каковы особенности и преимущества 3-хмерной сейсморазведки?
61. В чем преимущества спектральных методов при анализе сейсмических систем?
62. Можно ли визуально различить минимально-фазовые и нуль-фазовые сигналы?
63. Как вычислить фазовый спектр минимально-фазового сейсмического сигнала, имея амплитудно-частотный спектр?
64. В чем заключаются преимущества вейвлет-анализа перед классическим спектральным анализом?
65. В чем заключаются преимущества нелинейно-частотно модулированных сигналов от линейно-частотно модулированных?
66. Частотные характеристики сейсмических систем, определяющие разрешающую способность сейсморазведки?
67. Из каких соображений выбирают верхнюю граничную частоту аляйсинг-фильтра при регистрации сейсмических сигналов?
68. Охарактеризуйте корреляционные связи между вычисляемыми в МГК компонентами?
69. Как определить комплексную частотную характеристику сложной интерференционной системы?
70. Можно ли дать геологическое истолкование вычисляемым по сейсмическим данным кластерам?

71. Чему должно быть равно сечение изолиний на структурных картах, построенных по данным сейсморазведки?
72. Приведите примеры спектральных характеристик сейсмической записи?
73. Чем отличается спектрограмма от амплитудно-частотного спектра?
74. Какой сейсмический процесс называется нестационарным?
75. В чем заключается идея спектрально-временного анализа сейсмических материалов?
76. Какие предположения о свойствах сейсмической записи лежат в основе метода максимальной энтропии?
77. С какой целью вычисляют и анализируют кепстр сейсмической записи?
78. Как в спектральных характеристиках проявляются нелинейные сейсмические процессы?
79. Как можно оценить надежность кинематических и динамических аномалий?
80. Каким образом можно оценить информативность атрибутов сейсмической записи?

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|----------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|
| Семестр | Лекции и | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 5 | 10 | 30 | 0 | 20 | 0 | 0 | 40 | 100 |

Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине «Сейсморазведка»

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов

Лабораторные занятия – от 0 до 30 баллов

Лабораторная работа №1 – от 0 до 30 баллов

Практические занятия – не предусмотрены

Самостоятельная работа - от 0 до 20 баллов

Реферат – от 0 до 6 баллов

Контрольная работа №1 - от 0 до 7 баллов

Контрольная работа №2 - от 0 до 7 баллов

Автоматизированное тестирование – не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности – не предусмотрены

Промежуточная аттестация - зачет

Ответ студента на зачете может быть оценен от 0 до 40 баллов

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Сейсморазведка» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Сейсморазведка» в оценку (зачет):

| | |
|------------------|---|
| 54 балла и более | «зачтено» (при недифференцированной оценке) |
| меньше 54 баллов | «не зачтено» |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

1. Физические основы сейсморазведки [Электронный ресурс] / А. Е. Артемьев; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов: [б. и.], 2012. - 53 с. - Библиогр.: с. 53 (10 назв.). - Б. ц. *обрми* ✓
2. Сейсморазведка. Основы спектральных и статистических способов обработки сейсмических материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов геофизической специальности / С. И. Михеев, А. С. Михеев ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Науч. кн., 2007. - 77 с. - Библиогр.: с. 75. - Б. ц. *обумл* ✓
3. Геофизика для геологов [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов геологических специальностей вузов и колледжей / М. И. Рыскин ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : [б. и.], 2012. - 156 с. : ил. - Библиогр.: с. 156 (10 назв.). - Б. ц. *обумл* ✓
4. Геофизика. Под ред. В.К. Хмелевского. М.: КДУ, 2007.-320 с. *✓5*
5. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. – Тверь: Издательство АИС. 2006, 744 с. *✓2*
6. Знаменский В.В. Общий курс полевой геофизики. М., «Недра», 1989. *✓4*
7. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки: Учебник для вузов. Части I и II. – Екатеринбург: Изд-во УГГГа, 2003. – ~~252~~ с. *332* *✓56*
8. Бондарев В.И., Крылатков С.Н. Анализ данных сейсморазведки: Учебное пособие для студентов вузов. – Екатеринбург: Изд-во УГГГа, 2002. - 212 с. *✓24*

б) лицензионное программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. ОСMSWindowsXPSP2 илиОСMSWindows 7 Pro.
2. MSOffice 2003 илиMSOffice 2007 Pro.
3. CorelDRAWGraphicsSuite X3.
4. Программное обеспечение сейсморазведочной регистрирующей аппаратуры Прогресс-Л и ТЭЛЛС-1.
5. Комплексы программ обработки сейсморазведочных данных RadExProPlus 3.90 и SeisWinPro.
6. Программы расчета характеристик направленности сложных интерференционных систем, разработанные на кафедре геофизики Саратовского госуниверситета.
7. Программа полноволнового сейсмогеологического моделирования Tesseral (разработка TesseralTechnologiesInc. & TetraSeisInc., Канада)
8. Программа визуализации сейсмических данных SeiSee_2_22_3.
<http://geo.web.ru> - общеобразовательный геологический сайт;
<http://www.sgu.ru/node/11448/> - страница дисциплины на геологическом факультете СГУ, с большим количеством электронных учебников и публикаций;
WWW.seg.org – общество геофизиков-разведчиков;
www.eago.ru – евро-азиатское геофизическое общество.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения преподавания дисциплины «Сейсморазведка» используются:

1. Компьютерный класс.
2. NoteBook с компьютерным проектором.
3. Сейсморазведочная станция Прогресс-Л с комплектом сейсмоприёмников на 24 канала и соединительным кабелем (сейсмической «косой»).
4. Телеметрическая сейсморазведочная система ТЭЛЛС-1 с комплектом напольного оборудования на 96 каналов.

Место проведения (осуществления) лабораторной практической подготовки - Учебная лаборатория комплексных проблем геофизики и инженерной геологии, расположенная по адресу: г. Саратов, ул. Московская, 161, корпус 6, ком. 117, 119;

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.03.01 «Геология» и профилю подготовки «Нефтегазовая геофизика».

Автор доцент кафедры геофизики Артемьев А.Е.

Программа одобрена на заседании кафедры геофизики от 25.10.2021 г., протокол № 2.