

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Динамические характеристики упругих волн 1 Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Современные геофизические технологии поисков и разведки месторождений углеводородов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Степанов А.В.

**Рецензент(ы):**

Борисов А.С.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 39316

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Степанов А.В. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий, Andrey.Stepanov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с сейсмогеологическими основами прогноза состава и свойств осадочных горных пород, источниками искажения динамических параметров на сейс-мозаписях и теоретическими основами алгоритмов динамической обработки сейсми-ческой информации.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.04.01 Геология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Для изучения дисциплины "Динамические характеристики упругих волн" необходимо освоить курсы математики, информатики, теории поля, петрофизики, сейсморазведки в объеме математического и профессионального циклов бакалавриата.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	владением навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики, информатики, геологических наук
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения задач
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно составлять и представлять проекты научно-исследовательских и научно-производственных работ

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

математические модели геологической среды,  
 основные алгоритмы количественного изучения динамических параметров, восстановления  
 детального строения геологической среды, выявлении локальных неоднородностей.  
 источники искажения динамических параметров на сейсмозаписях.  
 сейсмогеологические основы прогноза состава и свойств осадочных горных пород.

2. должен уметь:

применять математические методы, относящиеся ко всем разделам курса, при решении профессиональных задач.

составлять задания в системе цифровой обработки сейсмической информации.

3. должен владеть:

навыками выполнения динамического анализа по модельному и полевому материалу

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Алгоритмы для количественной оценки динамических параметров отражений. (атрибутов сейсмической записи).	3	9-10	2	0	4	отчет
2.	Тема 2. Способы (алгоритмы) экспериментального изучения поглощения энергии сейсмических волн.	3	10 - 11	2	0	2	отчет
3.	Тема 3. Псевдоакустический каротаж.	3	11-12	2	0	4	отчет контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. AVO-анализ.	3	13-14	2	0	4	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			8	0	14	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Алгоритмы для количественной оценки динамических параметров отражений. (атрибутов сейсмической записи).

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Одноканальный поинтервальный динамический анализ отраженных волн. Многоканальный поинтервальный динамический анализ отражений. Совместная визуализация графиков динамических параметров. Алгоритм динамического анализа на основе преобразования Гильберта. Информативность временных разрезов мгновенных амплитуд, фаз, частот. Проблема восстановления сопряженной по Гильберту трассы. Медианная фильтрация мгновенных параметров.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Алгоритм динамического анализа на основе преобразования Гильберта.

##### Тема 2. Способы (алгоритмы) экспериментального изучения поглощения энергии сейсмических волн.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные проблемы при изучении поглощения. Расчёт параметров поглощения на основе представлений характеристик отдельных волн. Технология наблюдений ВСП. Расчёт декрементов поглощения на основе свёрточной модели сейсмотрассы МОВ. Корреляционно-спектральный алгоритм М.Б.Рапопорта. Кепстральный алгоритм расчёта декремента поглощения.

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Корреляционно-спектральный алгоритм М.Б.Рапопорта.

##### Тема 3. Псевдоакустический каротаж.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Постановка задачи. Восстановление низко- и среднечастотных компонент трассы коэффициентов отражения. Алгоритм ПАК. Требования к графу обработки, предшествующему ПАК. Основные задачи, решаемые ПАК.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Восстановление низко- и среднечастотных компонент трассы коэффициентов отражения.

##### Тема 4. AVO-анализ.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Принцип AVO-анализа. Классы AVO-аномалий. Распознавание поровых флюидов. Погрешности в оценке параметров наклона и интерсепта. Точность AVO-инверсий для интерсепта и наклона. Упругий импеданс.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

AVO-анализ.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Алгоритмы для количественной оценки динамических параметров отражений. (атрибутов сейсмической записи).	3	9-10	подготовка к отчету	12	отчет
2.	Тема 2. Способы (алгоритмы) экспериментального изучения поглощения энергии сейсмических волн.	3	10 - 11	подготовка к отчету	10	отчет
3.	Тема 3. Псевдоакустический каротаж.	3	11-12	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
				подготовка к отчету	4	отчет
4.	Тема 4. AVO-анализ.	3	13-14	подготовка к отчету	14	отчет
	Итого				50	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров с применением специализированного программного обеспечения. Часть материала изучается самостоятельно.

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

#### Тема 1. Алгоритмы для количественной оценки динамических параметров отражений. (атрибутов сейсмической записи).

отчет , примерные вопросы:

Динамический анализ временного разреза ОГТ Письменный отчет с компьютерными иллюстрациями по теме работы

#### Тема 2. Способы (алгоритмы) экспериментального изучения поглощения энергии сейсмических волн.

отчет , примерные вопросы:

Расчет декремента поглощения сейсмических волн Письменный отчет с компьютерными иллюстрациями по теме работы

#### Тема 3. Псевдоакустический каротаж.

контрольная работа , примерные вопросы:

Изучение основной, дополнительной литературы, рекомендованной на лекциях преподавателем. Работа с интернет-сайтами.

отчет , примерные вопросы:

Акустическая инверсия Письменный отчет с компьютерными иллюстрациями по теме работы

#### Тема 4. AVO-анализ.

отчет , примерные вопросы:

AVO-анализ материалов сейсмического профиля Письменный отчет с компьютерными иллюстрациями по теме работы

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Максимальный суммарный балл по результатам выполнения контрольных работ - 15.

Оценка активности студентов во время лабораторных занятий - до 35 баллов.

Максимальный балл на экзамене - 50 .

Вопросы по дисциплине

Алгоритм ПАК. Способы визуализации диаграмм акустических жесткостей.

Псевдоакустический каротаж. Постановка задачи. Способы восстановления низко- и среднечастотных компонент трассы коэффициентов отражения.

Функция расхождения фронта волны. Относительная роль поглощения и расхождения при потере энергии сейсмоволн.

Гипотеза о контактной зоне.

Кепстральный алгоритм расчета декремента поглощения.

Геологические причины существования сейсмической анизотропии. Индикатрисы скоро-стей. Скоростные модели анизотропных сред.

Полевая методика ВСП при изучении параметров поглощения сейсмоволн.

Два подхода к проблеме динамического анализа отраженных волн.

Корреляционно-спектральный алгоритм расчета декремента поглощения.

Количественная оценка информативности динамических параметров отраженных волн.

Расчет синтетических сейсмограмм во временной области. Импульсная сейсмотрасса.

Медианная фильтрация мгновенных параметров сейсмозаписей.

Задачи математического моделирования сейсмических волновых полей. Сбор геолого-геофизической информации для составления математической модели геологического разреза.

Взаимосвязь скорости сейсмических волн и поглощения их энергии.

Динамический анализ сейсмических волн на основе преобразования Гильберта.

Зависимость скорости распространения сейсмоволн от литологии, пористости, глубины залегания, нефтегазонасыщенности.

Многоканальный поинтервальный динамический анализ отраженных волн. Алгоритм "DIANA".

Скоростные параметры изотропных моделей:  $V_{инт}$ ,  $V_{ист}$ ,  $V_{пл}$ ,  $V_{ср}$ ,  $V_{эф}$ .

Одноканальный поинтервальный динамический анализ отраженных волн.

Перераспределение энергии сейсмических волн на границе раздела сред. Коэффициенты отражения и прохождения на границе толстых и тонких слоев. Функция отражения.

Ограничения разрешающей способности сейсморазведки. Разрешающая способность по вертикали и горизонтали.

Поглощение энергии сейсмоволн. Декремент поглощения. Зависимость коэффициента поглощения от частоты, литологии, пористости, нефтегазонасыщения.

Влияние процедур обработки на результаты динамического анализа.

### **7.1. Основная литература:**

Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика: Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=412940>

Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. / Г.С.Варданян, В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=256769>

Ягола А.Г. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 217 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50537/](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50537/).

Трофимов, Д.М. Результаты дистанционных исследований в комплексе поисковых работ на нефть и газ [Электронный ресурс] / Д.М. Трофимов, В.Н. Евдокименков, М.К. Шуваева и др. - М.:Инфра-Инженерия, 2015. - 80 с. - ISBN 978-5-9729-0082-4. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=520454>

## 7.2. Дополнительная литература:

Упругие волны в гиротропных и анизотропных средах : Сб.науч.тр. / ; Рос.АН,Сиб.отд-ние,Объед.ин-т геологии,геофизики и минералогии;Отв.ред.И.Р.Оболенцева .? Новосибирск : Наука.Сиб.изд.фирма, 1993 .? 215с.

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2009. ? 256 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349952>

Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ: Учебное пособие / В.Ю. Керимов, Р.Н. Мустаев, У.С. Серикова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 200 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Магистратура) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010821-6 <http://znanium.com/bookread2.php?book=536775>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Акустика неоднородных сред -

<http://www.akin.ru/Docs/Rao/raoyear12/147-156%20%D0%A7%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0>

Динамический анализ - [http://www.iae.nsk.su/~geophysics/seismic/din\\_an.php](http://www.iae.nsk.su/~geophysics/seismic/din_an.php)

Использование AVO-анализа при прогнозировании залежей углеводородов - <http://www.sibngf.ru/technology/publications/130>

Козырев В.С., Жуков А.П., Коротков И.П., Жуков А.А., Шнеерсон М.Б. Учет неоднородностей верхней части разреза в сейсморазведке. - <http://www.twirpx.com/file/532730/>

Шалаева Н.В. AVO-анализ, физические основы, возможности и ограничения (краткий курс) - <http://www.twirpx.com/file/522010/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Динамические характеристики упругих волн 1" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.04.01 "Геология" и магистерской программе Современные геофизические технологии поисков и разведки месторождений углеводородов .

Автор(ы):

Степанов А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Борисов А.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.