

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Институт географии, геологии, туризма и сервиса  
Кафедра геофизических методов поисков и разведки

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе,  
качеству образования  
первый проректор

Т.А. Хагуров

“ 26 ”

2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.05.01 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Специальность 21.05.03 “Технология геологической разведки”

Специализация “Геофизические методы поиска и разведки месторождений  
полезных ископаемых”

Квалификация (степень) выпускника: горный инженер-геофизик

Форма обучения: очная

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка геофизических данных» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №977 от 12.08.2020 г.

**Программу составил:**

Курочкин А.Г., канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры геофизических методов поисков и разведки

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геофизических методов поисков и разведки

«18» 05 2023 г.

Протокол № 10/1

И.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, канд. техн. наук, доцент

Захарченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса

«23» 05 2023 г.

Протокол № 5

Председатель учебно-методической комиссии ИГГТиС,  
канд. геогр. наук, доцент

Филобок А.А.

**Рецензенты:**

Гуленко В.И., д-р техн. наук, профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки

Шкирман Н.П., канд. геол.-мин. наук, руководитель группы обработки и интерпретации ООО «Краснодарспецгеофизика»

# **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

## **1.1. Цель освоения дисциплины**

Цель изучения дисциплины «Цифровая обработка геофизических данных» состоит в приобретении студентами знаний о современных принципах цифровой обработки геофизических данных с использованием программных средств.

Дисциплина «Цифровая обработка геофизических данных» дает представления о цифровой обработке геофизических данных, об основах перехода к дискретной форме представления геофизической информации различного состава и поэтапной обработке, направленной на получение моделей сред адекватных реальным объектам.

## **1.2. Задачи изучения дисциплины**

В соответствии с поставленной целью в процессе изучения дисциплины «Цифровая обработка геофизических данных» решаются следующие задачи:

- изучение принципов цифровой обработки геофизической информации с использованием современных средств обработки;
- поэтапный характер процессов обработки геофизической информации, обеспечивающий оптимизацию решения обратных задач геофизики и интерпретации;
- приобретение практических навыков в цифровой обработке геофизической информации с использованием современных программных комплексов.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу специалитета, являются горные породы и геологические тела в земной коре, горные выработки.

## **1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Цифровая обработка геофизических данных» введена в учебные планы подготовки специалистов (специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки») согласно ФГОС ВО блока Б1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемая участниками образовательных отношений (Б1.В), дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.5, индекс дисциплины – Б1.В.ДВ.05.01, читается в шестом семестре.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объеме 3 зачетных единиц (108 часов, итоговый контроль – зачет).

#### **1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине ( <i>знает, умеет, владеет</i> ( <i>навыки и/или опыт деятельности</i> ))
ПК-2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта, используя современные информационные технологии	
ИПК-2.1. Владеет способностью использовать современные информационные технологии.	Знает теорию и информационную классификацию геофизических методов разведки; понятие графа обработки, структуру графов различных технологических циклов и пути их оптимизации, этапы обработки и интерпретации геофизических данных, их функциональное назначение и содержание
	Умеет применять математический аппарат для решения профессиональных задач для различных моделей сред и технологических условий; осуществлять выбор графа обработки и его оптимизацию для различных этапов и технологий работ, оценивать эффективность технологии работ на различных этапах и оптимизировать средства анализа и производства для различных её стадий
	Владеет математическими приемами цифровой обработки геолого-геофизической информации с использованием современных средств вычислительной техники; навыками обработки геолого-геофизической информации с использованием современных интегрированных систем; навыками выбора и оптимизации графа обработки для различных её этапов и стадий геологической разведки, математическими приёмами решения прямых и обратных задач геофизики
ИПК-2.2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта.	Знает примеры цифровой обработки данных различного уровня как для сухопутных, так и морских объектов в условиях различных нефтегазоносных провинций
	Умеет анализировать полученные результаты исходя из геолого-геофизических условий объектов исследования, реализованных технологий геологической съемки и обработки полученной информации
	Владеет навыками оценки полученных результатов и поиска средств их оптимизации
ПК-3. Способен решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов	
ИПК-3.1. Владеет теоретическими, методическими и алгоритмическими основами создания новейших	Знает петрофизические свойства геологического разреза и его геодинамические характеристики; принципы формирования графов обработки исходя из структуры поля, основные базовые элементы графов и технологии

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине ( <i>знает, умеет, владеет</i> ( <i>навыки и/или опыт деятельности</i> ))
технологических геологических геофизических процессов.	<p>различных видов обработки, поэтапный характер цифровой обработки, средства трансформации исходных полей и различных видов фильтрации и преобразования исходных данных для оптимизации решения обратных задач</p> <p>Умеет применять теоретические знания на практике, используя математический аппарат цифровой обработки геофизических данных; выбирать и оптимизировать графы цифровой обработки для различных этапов кинематической и динамической обработки, использовать развитый спектр формализованных процедур цифровой обработки на различных этапах преобразования геофизической информации</p> <p>Владеет способностью разрабатывать алгоритмы программ, реализующих преобразование геолого-геофизической информации на различных стадиях геологоразведочных работ, а также технологиями прогнозной оценки геологического разреза</p>
ИПК-3.2. Владеет способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики.	<p>Знает примеры цифровой обработки для различных нефтегазоносных провинций с использованием интегрированных систем обработки и интерпретации данных, современные интегрированные системы обработки и интерпретации геолого-геофизической информации и их приоритетные свойства и возможности</p> <p>Умеет анализировать полученные результаты с учетом использованных технико-методических средств и результатов обработки, комплексировать различные программные системы с учетом их возможности для повышения эффективности и достоверности получаемого результата</p> <p>Владеет навыками планирования и реализации цифровой обработки геолого-геофизических данных для выполнения различных проектов, навыками цифровой обработки геофизических данных с использованием различных систем</p>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			6 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>56,2</b>	<b>56,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>			
занятия лекционного типа		28	28
лабораторные занятия		28	28
практические занятия		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		5	5
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>46,8</b>	<b>46,8</b>
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.). Подготовка к текущему контролю		46,8	46,8
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>56,2</b>	<b>56,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2. Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		всего часов	аудиторные занятия			внеаудиторные занятия
			Л	ПР	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Геофизические методы разведки и их информационная классификация	15	4	—	4	7
2	Структура исходной информации различных геофизических методов и принципы её анализа	15	4	—	4	7
3	Поэтапный характер цифровой обработки геофизической информации	18	5	—	5	8
4	Граф цифровой обработки и его оптимизация	19	5	—	5	9
5	Технологические комплексы	19	5	—	5	9

	обработки геолого-геофизической информации					
6	Примеры цифровой обработки данных	18	5	—	5	8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

## 2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1. Занятия лекционного типа

Принцип построения программы — модульный, базирующийся на выделении крупных разделов (тем) программы — модулей, имеющих внутреннюю взаимосвязь и направленных на достижение основной цели преподавания дисциплины. В соответствии с принципом построения программы и целями преподавания дисциплины курс «Цифровая обработка геофизических данных» содержит 6 модулей, охватывающих основные разделы (темы).

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Геофизические методы разведки и их информационная классификация	Геофизические методы разведки. Определение распределения физических параметров в Земле. Информационная классификация геофизических методов	УО, РГЗ, Р
2	Структура исходной информации различных геофизических методов и принципы её анализа	Исходная информация различных геофизических методов. Динамический диапазон данных. Преобразование Фурье, свёртка, корреляция. Дискретное преобразование Фурье. Дискретизация и наложение зеркальных частот. Преобразование Гильберта. Функции автокорреляции и взаимной корреляции. Периодичности в корреляционных функциях. Корреляция и соотношение сигнал/помеха. Матричное представление свёртки. Винеровский фильтр. Формирующая фильтрация. Деконволюция. Спектральный анализ. Форматы записи и форматы обработки данных геофизических методов	УО, РГЗ, Р
3	Поэтапный характер цифровой обработки геофизической информации	Этапы обработки и интерпретации геофизических данных. Первичная обработка результатов измерений наблюдаемого поля. Трансформация экспериментальных данных поля. Решение обратной задачи. Интерпретация полученных результатов.	УО, РГЗ, Р

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		Вычисление характеристик полей, импедансов, кажущихся сопротивлений, скоростных, динамических параметров сейсмической записи	
4	Граф цифровой обработки и его оптимизация	Понятие графа обработки. Стандартный, расширенный графы обработки. Процедуры препроцессинга и процедуры геофизической обработки данных. Основные базовые элементы графов сейсмической обработки и интерпретации данных. Технологии ведения обработки 2Д/3Д данных. Технологии прогнозной обработки сейсмических данных	УО, РГЗ, Р
5	Технологические комплексы обработки геолого-геофизической информации	Современные интегрированные системы обработки и интерпретации геолого-геофизических данных. Программные комплексы: Pro Max, Omega, Fokus, Integral Plus, Geo Quest, Paradaim Geophysical Ltd. и СЦС-5	УО, РГЗ, Р
6	Примеры цифровой обработки данных	Примеры цифровой обработки данных различного уровня, как для сухопутных, так и морских объектов с учётом особенностей геологической обстановки и истории развития основных нефтегазоносных провинций	УО, РГЗ, Р

Форма текущего контроля — устный опрос (УО), защита расчетно-графических заданий (РГЗ-1 — РГЗ-10) и защита реферата.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

Перечень лабораторных работ по дисциплине «Цифровая обработка геофизических данных» приведен в таблице.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Геофизические методы разведки и их информационная классификация	Форматы регистрации и обработки геофизических данных	РГЗ-1
		Привязка исходных данных к системам координат	РГЗ-2
2	Структура исходной информации различных геофизических методов и принципы её анализа	Анализ структуры волнового поля по исходным данным и временным разрезам в кинематическом плане (с привлечением SeisSee, SeisView и других программных средств)	РГЗ-3

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
3	Поэтапный характер цифровой обработки геофизической информации	Динамическая обработка данных	РГЗ-4
		Создание скважинных баз данных	РГЗ-5
4	Граф цифровой обработки и его оптимизация	Графы обработки данных 2Д/3Д наблюдений	РГЗ-6
		Граф обработки морских данных с плавающим и донным приёмным устройством	РГЗ-7
5	Технологические комплексы обработки геолого-геофизической информации	Привязка скважинных данных ГИС и ВСП (ПМ ВСП)	РГЗ-8
		Совместная обработка данных ГИС (АК, ГГК), ВСП и поверхностных наблюдений МОГТ	РГЗ-9
6	Примеры цифровой обработки данных	Моделирование волновых пакетов и стратиграфическая привязка сейсмических границ.	РГЗ-10

Форма текущего контроля — защита расчетно-графических заданий (РГЗ-1 — РГЗ-10).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа (проект) по дисциплине «Цифровая обработка геофизических данных» не предусмотрена.

### 2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в таблице.

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	СР	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Цифровая обработка геофизических данных», утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2023 г.
2	Написание реферата	Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки,

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Общим вектором изменения технологий обучения должны стать активизация студента, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Цифровая обработка геофизических данных» используются следующие образовательные технологии, приемы, методы и активные формы обучения:

1) разработка и использование активных форм лекций (в том числе и с применением мультимедийных средств):

- а) проблемная лекция;
- б) лекция-визуализация;
- в) лекция с разбором конкретной ситуации.

2) разработка и использование активных форм лабораторных работ:

- а) лабораторная работа с разбором конкретной ситуации;
- б) бинарное занятие.

В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также обсуждение контролируемых самостоятельных работ (КСР).

В процессе проведения лекционных занятий и расчетно-графических работ практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски, Интернет). С использованием Интернета осуществляется доступ к базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Цифровая обработка геофизических данных».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме расчетно-графических заданий, устного опроса, рефератов и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

№	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	ИПК-2.1. Владеет способностью использовать современные информационные технологии.	Знает теорию и информационную классификацию геофизических методов разведки; понятие графа обработки, структуру графов различных технологических циклов и пути их оптимизации, этапы обработки и интерпретации геофизических данных, их функциональное назначение и содержание	УО-1 Р-1	Вопросы на зачете 1–5
2.		Умеет применять математический аппарат для решения профессиональных задач для различных моделей сред и технологических условий; осуществлять выбор графа обработки и его оптимизацию для различных этапов и технологий работ, оценивать эффективность технологии работ на различных этапах и оптимизировать средства	РГЗ-1	Вопросы на зачете 6–11

		анализа и производства для различных её стадий		
3.		Владеет математическими приемами цифровой обработки геолого-геофизической информации с использованием современных средств вычислительной техники; навыками обработки геолого-геофизической информации с использованием современных интегрированных систем; навыками выбора и оптимизации графа обработки для различных её этапов и стадий геологической разведки, математическими приемами решения прямых и обратных задач геофизики	РГЗ-2 Р-2	Вопросы на зачете 12–17
4.		Знает примеры цифровой обработки данных различного уровня как для сухопутных, так и морских объектов в условиях различных нефтегазоносных провинций	УО-2 Р-3	Вопросы на зачете 18–22
5.	ИПК-2.2. Способен анализировать и интерпретировать геолого-геофизическую информацию с учетом имеющегося мирового опыта.	Умеет анализировать полученные результаты исходя из геолого-геофизических условий объектов исследования, реализованных технологий геологической съемки и обработки полученной информации	РГЗ-3 УО-3	Вопросы на зачете 23–27
6.		Владеет навыками оценки полученных результатов и поиска средств их оптимизации	РГЗ-4 УО-4	Вопросы на зачете 28–33
7.	ИПК-3.1. Владеет теоретическими,	Знает петрофизические свойства геологического	РГЗ-5 Р-4	Вопросы на зачете 34–38

	методическими и алгоритмическими основами создания новейших технологических геофизических процессов.	разреза и его геодинамические характеристики; принципы формирования графов обработки исходя из структуры поля, основные базовые элементы графов и технологии различных видов обработки, поэтапный характер цифровой обработки, средства трансформации исходных полей и различных видов фильтрации и преобразования исходных данных для оптимизации решения обратных задач		
8.		Умеет применять теоретические знания на практике, используя математический аппарат цифровой обработки геофизических данных; выбирать и оптимизировать граф цифровой обработки для различных этапов кинематической и динамической обработки, использовать развитый спектр формализованных процедур цифровой обработки на различных этапах преобразования геофизической информации	РГЗ-6	Вопросы на зачете 39–44
9.		Владеет способностью разрабатывать алгоритмы программ, реализующих преобразование геолого-геофизической информации на различных стадиях геологоразведочных работ, а также технологиями прогнозной оценки геологического разреза	РГЗ-7 Р-5	Вопросы на зачете 45–49
10.	ИПК-3.2. Владеет	Знает примеры цифровой	РГЗ-8	Вопросы на зачете

	способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики.	обработки для различных нефтегазоносных провинций с использованием интегрированных систем обработки и интерпретации данных, современные интегрированные системы обработки и интерпретации геолого-геофизической информации и их приоритетные свойства и возможности	УО-5	50–54
11.		Умеет анализировать полученные результаты с учетом использованных технико-методических средств и результатов обработки, комплексировать различные программные системы с учетом их возможности для повышения эффективности и достоверности получаемого результата	РГЗ-9 УО-6	Вопросы на зачете 55–59
12.		Владеет навыками планирования и реализации цифровой обработки геолого-геофизических данных для выполнения различных проектов, навыками цифровой обработки геофизических данных с использованием различных систем	РГЗ-10 Р-6	Вопросы на зачете 60–65

**4.1. 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**

*Устный опрос* — наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель

получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения учащимися учебного материала.

Цель устного опроса: проверка знаний; проверка умений студентов публично излагать материал; формирование умений публичных выступлений.

Вопросы для проведения устного опроса приведены ниже.

*Вопросы устного опроса по разделу №1 “Геофизические методы разведки и их информационная классификация”.*

1. Решение обратной задачи геофизики.
2. Инфраструктура современных вычислительных центров.
3. Регистрация и обработка.
4. Носители информации.
5. Форматы записи и обработки.
6. Графический вывод и графопостроение.
7. Дискретизация и наложение зеркальных частот.

*Вопросы устного опроса по разделу №2 “Структура исходной информации различных геофизических методов и принципы её анализа”.*

1. Пример использования БПФ: интерполяция.
2. Пример использования БПФ: спектр временной характеристики волны-спутника.
3. Одномерная модель сейсмической трассы.
4. Полосовой фильтр.
5. Фильтры верхних и нижних частот.
6. Режекторные фильтры.
7. Z-преобразование.
8. Минимальная, смешанная, максимальная фаза и диполи.
9. Частичная энергия и минимальная задержка.

*Вопросы устного опроса по разделу №3 “Поэтапный характер цифровой обработки геофизической информации”.*

1. Минимально-фазовый сигнал и преобразование Гильберта.
2. Функции автокорреляции и взаимной корреляции.
3. Шум и его автокорреляция.
4. Соотношение сигнал/шум.

*Вопросы устного опроса по разделу №4 “Граф цифровой обработки и его оптимизация”.*

1. Винеровский фильтр и его применение.
2. Формирующая фильтрация.
3. Предсказывающая деконволюция.
4. Свёрточная модель спектра.
5. Независимый от данных спектральный анализ.
6. Адаптивные методы спектрального анализа (VVG и ММЭ).

*Вопросы устного опроса по разделу №5 “Технологические комплексы обработки геолого-геофизической информации”.*

1. Эффекты наложения двумерной фильтрации и борьба с ними в одномерном случае.

2. Взаимосвязь между геофизическими и геологическими характеристиками.

3. Скорость распространения сейсмических волн.

4. Способы определения скоростных характеристик.

*Вопросы устного опроса по разделу №6 “Примеры цифровой обработки данных”.*

1. Свойства насыщающих флюидов и растворов и изменение акустических свойств разреза в результате насыщения

2. Разрешающая способность сейсморазведки и детальность получаемой геологической информации.

3. Совместная обработка и интерпретация данных наземной сейсморазведки и ГИС.

4. Требования к полевым материалам и восстановление динамических характеристик записи.

5. Основные графы обработки сейсмических материалов для целей сейсмостратиграфии и ПГР.

6. Моделирование при решении задач сейсмостратиграфии.

7. Прогнозирование геологического разреза и характера флюидонасыщения для осадочного разреза по данным сейсморазведки и другим геофизическим данным.

8. Технологии прогнозирования геологического разреза и его нефтегазонасыщения: “яркое пятно”; AVO; упругая инверсия; поглощение; энтропийный анализ; ПМ ВСП.

Критерии оценки защиты устного опроса:

— оценка «зачтено» ставится, если студент достаточно полно отвечает на вопрос, развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа, демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации;

— оценка «не зачтено» ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий.

К формам письменного контроля относится *расчетно-графическое задание (РГЗ)*, которое является одной из сложных форм проверки; оно может применяться для оценки знаний по базовым и вариативным дисциплинам всех циклов. РГЗ, как правило, состоит из небольшого

количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

Во время проверки и оценки РГЗ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления.

РГЗ может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

Перечень расчетно-графических заданий приведен ниже.

*Расчетно-графическое задание 1.* Форматы регистрации и обработки геофизических данных.

*Расчетно-графическое задание 2.* Привязка исходных данных к системам координат.

*Расчетно-графическое задание 3.* Анализ структуры волнового поля по исходным данным и временным разрезам в кинематическом плане (с привлечением SeisSee, SeisView и других программных средств).

*Расчетно-графическое задание 4.* Динамическая обработка данных.

*Расчетно-графическое задание 5.* Создание скважинных баз данных.

*Расчетно-графическое задание 6.* Графы обработки данных 2Д/3Д наблюдений.

*Расчетно-графическое задание 7.* Граф обработки морских данных с плавающим и донным приёмным устройством.

*Расчетно-графическое задание 8.* Привязка скважинных данных ГИС и ВСП (ПМ ВСП).

*Расчетно-графическое задание 9.* Совместная обработка данных ГИС (АК, ГТК), ВСП и поверхностных наблюдений МОГТ.

*Расчетно-графическое задание 10.* Моделирование волновых пакетов и стратиграфическая привязка сейсмических границ.

Критерии оценки расчетно-графических заданий (РГЗ):

— оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач расчетно-графических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

— оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, в расчетной части РГЗ допускает существенные ошибки, затрудняется объяснить расчетную часть, обосновать возможность ее реализации или представить алгоритм ее реализации, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

К формам контроля самостоятельной работы студента относится *реферат* — форма письменной аналитической работы, выполняемая на основе преобразования документальной информации, раскрывающая суть изучаемой темы; которую рекомендуется применять при освоении

вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Как правило, реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной научной теме. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

Цель написания реферата — привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Для подготовки реферата студентам предоставляется список тем:

1. Форматы регистрации и обработки геофизических данных.
2. Системы наблюдений при различных видах съемки.
3. Препроцессинг исходных данных.
4. Анализ структуры волнового поля по исходным данным и временным разрезам в кинематическом плане.
5. Выбор графа обработки.
6. Технология МОГТ.
7. Определение скоростной модели.
8. Подавление кратно – отражённых и других типов помех при обработке данных МОВ – ОГТ.
9. Стандартный и расширенный графы обработки данных 2Д/3Д - наблюдений.
10. Граф обработки морских данных с плавающим и донным приёмным устройством.
11. Динамическая обработка данных.
12. Атрибуты яркого пятна и технологии AVO- анализа.
13. Создание скважинных баз данных.
14. Привязка скважинных данных ГИС и ВСП (ПМ ВСП).
15. Совместная обработка данных ГИС (АК, ГГК), ВСП и поверхностных наблюдений МОГТ.
16. Моделирование волновых пакетов и стратиграфическая привязка сейсмических границ.
17. Определение скоростной модели и связи различных атрибутов с петрофизическими свойствами разреза, в том числе и его нефтегазонасыщением.
18. Корреляция сейсмических границ по разрезу (автоматическая и ручная).
19. Использование палеотектонических реконструкций для определения характера тектонического развития рассматриваемого полигона.

20. Комплексная интерпретация данных структурных построений и атрибутивного анализа с выделением и оценкой целевых объектов.

Критерии оценки защиты реферата (КСР):

— оценка «зачтено» выставляется при полном раскрытии темы КСР, а также при последовательном, четком и логически стройном его изложении. Студент отвечает на дополнительные вопросы, грамотно обосновывает принятые решения, владеет навыками и приемами выполнения КСР. Допускается наличие в содержании работы или ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

— оценка «не зачтено» выставляется за слабое и неполное раскрытие темы КСР, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

#### **4.2. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

К формам контроля относится *зачет*.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Прямая и обратная задачи геофизики.
2. Основные этапы обработки геофизических данных.
3. Основная задача обработки – решение обратной задачи.
4. Уровни решения обратных задач сейсморазведки.
5. Максимизация отношения сигнал/помеха – основное условие решения задач обработки сейсмических данных.
6. Способы повышения отношения  $A_c/A_p$ .
7. Трансформация данных геофизических полей.
8. Основные виды трансформации данных.
9. Симметричная выборка каналов в МОГТ и её роль в развитии скоростного анализа.
10. Трансформация данных в угловые представления и развитие на этой основе способов подавления волн-помех.
11. Получение расширенной параметризации данных.
12.  $\tau$ - $p$  – преобразование в сейсморазведке.
13. Особенности  $\tau$ - $p$  – преобразование и области его применения.
14. Различие приёмов скоростного анализа в  $\tau$ - $x$  и  $\tau$ - $p$  представлениях
15. Переход от эффективной скоростной модели к пластовой в  $\tau$ - $x$  и  $\tau$ - $p$  представлениях.
16. Структура вычислительных центров.

17. Специализированное математическое обеспечение для обработки геофизических данных.
18. Интегрированные комплексы обработки данных.
19. Технологические комплексы обработки сейсмических данных.
20. Основные этапы обработки сейсмических данных.
21. Графы обработки сейсмических данных.
22. Основные этапы типовой кинематической обработки сейсмических данных.
23. Основные этапы динамической обработки сейсмических данных.
24. Площадная сейсморазведка – современный этап развития сейсморазведки.
25. Специфика обработки данных 3Д – наблюдений.
26. Понятия “бининга” и карты подготовки данных.
27. Вертикальные и горизонтальные срезы.
28. Обработка скважинных данных.
29. Сейсмический каротаж (СК).
30. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП и ПМ ВСП).
31. Акустический каротаж (АК-ВАК).
32. Параметризация акустической модели.
33. Прогнозная оценка геологического разреза в рамках акустической модели.
34. Расширенная параметризация упругой модели среды.
35. Обработка данных МВС.
36. Аппроксимационные уравнения коэффициентов отражения.
37. Технология AVO- анализа.
38. Основные и комплексные атрибуты AVO – анализа.
39. Качественная и количественная интерпретация.
40. Решение задач инверсии сейсмических данных в параметры модели среды.
41. Оптимизация параметров модели.
42. Программно-методические комплексы по прогнозированию геологического разреза (метод “яркого” и “тёмного” пятна).
43. Программно-методические комплексы по прогнозированию геологического разреза (AVO-анализ).
44. Программно-методические комплексы по прогнозированию геологического разреза (инверсия).
45. Программно-методические комплексы по прогнозированию геологического разреза (поглощение).
46. Программно-методические комплексы по прогнозированию геологического разреза (энтропийный анализ).
47. Природа сейсмических границ.

48. Анализ волнового поля как средство изучения осадочных толщ.
49. Амплитуда отражения, фазовые параметры, частота отражений.
50. Геосейсмическое моделирование.
51. Виды моделирования.
52. Моделирование в  $\tau$ - $x$  и  $\tau$ - $p$  области.
53. Теоретические основы сейсмостратиграфии.
54. Фактическая база данных сейсмостратиграфии.
55. Методические приёмы реализации сейсмостратиграфии.
56. Разрешающая способность сейсморазведки и детальность получаемой геологической информации.
57. Метод “яркого пятна”.
58. Основные диагностические признаки метода “яркого пятна”.
59. Достоинства и недостатки использования метода “яркого пятна”.
60. Метод AVO-анализа.
61. Теоретические основы метода AVO-анализа.
62. Простые и комплексные атрибуты AVO-анализа.
63. Качественная и количественная интерпретация сейсмических данных.
64. Структуры и особенности отечественных интегрированных комплексов обработки геолого-геофизических данных.
65. Структуры и особенности зарубежных интегрированных комплексов обработки геолого-геофизических данных.

Критерии получения студентами зачетов:

— оценка «зачтено» ставится, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации.

— оценка «не зачтено» ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

— при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

— при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

— при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

#### Основная литература

1. Бондарев В.И., Крылатков С. М. Сейсморазведка: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 1 Основы теории метода, сбор и регистрация данных. — Екатеринбург; Изд-во УГГУ. 2010. (18).
2. Бондарев В.И., Крылатков С. М. Сейсморазведка: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 2 Обработка, анализ и интерпретация данных. — Екатеринбург; Изд-во УГГУ, 2011. (17)
3. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: учебник для студентов вузов. — Тверь: АИС, 2006. (52)

*\*Примечание:* в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

#### Дополнительная литература

1. Никитин А.А., Петров А.В., Алексашин А.С. Комплекс спектрально-корреляционного анализа данных “КОСКАД-3Д”. — М.: МГУ, 2010. — 145 с.
2. Никитин А.Л. Теоретические основы обработки геофизической информации / учебное пособие. — М.: МГУ, 2008.
3. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика / под редакцией д.ф.-м.н. В.И. Дмитриева. — М.: Недра, 1982.
4. Хаттон Л., Уэрдигтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика. — М.: Мир, 1989. — 214 с.
5. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка, в 2 т. Т.1,2. — М.: Мир, 1987.
6. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. — М.: Мир, 1978. — 848 с.

### 5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека Grebennikon.ru <https://grebennikon.ru>

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «Znaniy.com» [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com)
5. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com>
2. Scopus <http://www.scopus.com>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru>
9. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
10. zbMath <https://zbmath.org>
11. Nano Database <https://nano.nature.com>
12. Springer eBooks <https://link.springer.com>
13. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv>
14. Университетская информационная система Россия <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки).

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada>
3. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru>
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru>

10. Справочно-информационный портал «Русский язык»  
<http://gramota.ru>
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru>
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com>
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «Школьные годы» <http://icdau.kubsu.ru>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Теоретические знания по основным разделам курса «Цифровая обработка геофизических данных» студенты приобретают на лекциях и лабораторных занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу «Цифровая обработка геофизических данных» представляются в виде обзоров с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 46,8 часа.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Цифровая обработка геофизических данных» заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- написание контролируемой самостоятельной работы (реферата);
- подготовка к текущему контролю.

Для закрепления теоретического материала и выполнения практических работ по дисциплине во внеучебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерных классов.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft PowerPoint)
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft PowerPoint)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 10, пакет Microsoft Office 2016, Abbyy Finereader 9</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. А106)</p>	<p>Мебель: учебная мебель. Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional</p>